

Universidade do Minho

Tese de Doutoramento em Ciências Económicas

Área de conhecimento

Teoria e Política Económica

O MERCADO DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO₂: UM ESTUDO EXPERIMENTAL

Maria Eduarda da Silva Teixeira Fernandes

Trabalho realizado sob a orientação das Professoras

Anabela Botelho Veloso

Lígia Maria Costa Pinto

Setembro de 2009

AGRADECIMENTOS

A realização de um trabalho desta natureza não seria, evidentemente, possível sem a colaboração de um grupo alargado de pessoas, a quem não posso deixar de agradecer.

Em primeiro lugar, às minhas supervisoras, Professora Anabela Botelho e Professora Lígia Pinto pelo apoio fundamental que sempre me prestaram desde o início ao fim deste longo período de investigação, e sem o qual não teria sido possível a realização da presente tese. À Professora Lígia Pinto queria agradecer de modo particular o contributo imprescindível para a definição do objecto de estudo, objectivos e metodologia a adoptar, através de numerosas reuniões de trabalho em que, de forma muito paciente, sempre me orientou e ajudou. Agradeço-lhe ainda as inúmeras sugestões e correcções realizadas durante todo o processo de investigação, fundamentais para o resultado final da tese. À Professora Anabela Botelho agradeço profundamente, o contributo fundamental para o desenho das instruções, a programação das experiências em zTree e a possibilidade de aprendizagem dos mesmos que me facultou ao longo de todo o trabalho. Efectivamente, a realização das sessões experimentais com recurso ao software informático zTree apenas foi possível graças à Professora Anabela Botelho, sem a qual a presente tese não poderia ser o que é. Adicionalmente, contribuiu igualmente com sugestões e correcções fundamentais ao longo de toda a investigação, que também lhe agradeço.

Ao Instituto Politécnico de Leiria, e em particular aos órgãos de gestão e direcção da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Leiria (ESTG), quero agradecer as excelentes condições de trabalho proporcionadas para a prossecução da presente investigação.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia agradeço o financiamento das experiências realizadas, através do projecto POCTI/ECO/45435/02.

Ao NIMA (Núcleo de Investigação em Microeconomia Aplicada) agradeço as condições e apoio fornecidos durante todo o período de investigação.

Queria agradecer também à minha família e amigos o apoio prestados para a realização deste projecto. Agradecendo a todos, em geral, não posso deixar de referir em

particular o apoio e conselhos gráficos da minha irmã Manuela, a amizade das amigas de luta da ESTG, a Ana a Lúcia e a Teresa, e a disponibilidade total e paciente de uma amiga tão especial como a Nocas.

Finalmente, um agradecimento muito especial às pessoas que estão na base desta e de todas as minhas concretizações, simplesmente por serem a minha vida: o meu marido Ricardo e os meus filhos Miguel e Joana. Neles tenho a âncora que me fixa em porto seguro, neles encontro o sentido e as forças necessárias para as caminhadas mais longas e difíceis, como esta. A eles devo as maiores alegrias dos últimos anos da minha vida, por isso, a eles dedico o presente trabalho e agradeço de uma forma particular.

Àqueles que aqui não refiro mas de alguma forma contribuíram para a conclusão da presente tese, o meu muito obrigado.

O MERCADO DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO₂: UM ESTUDO
EXPERIMENTAL

RESUMO

O Mercado Europeu de direitos de emissão de CO₂ (EU ETS – *European Union Emissions Trading Scheme*) constitui exemplo de aplicação do instrumento de política ambiental preconizado por Dales (1968) e Montgomery (1972) e possui um carácter inovador e uma dimensão incomparável a qualquer outra aplicação anterior, sobretudo para poluentes globais como é o caso do CO₂ (dióxido de carbono). Por esse motivo, serve como referência à presente investigação, com especial enfoque nas suas regras de funcionamento.

O enquadramento e descrição das principais regras de funcionamento do EU ETS, bem como os vários aspectos a ter em conta no momento de implementação de qualquer mercado para transacção de direitos de emissão, ocupam os dois capítulos iniciais da tese (capítulos 2 e 3). A revisão de literatura efectuada no capítulo 3 realça os principais motivos que justificam as diferenças entre os resultados obtidos em mercados para transacção de direitos de emissão entretanto implementados e os previstos pelo modelo teórico de Montgomery (1972). De entre esses, destacamos nos capítulos seguintes a influência da instituição de mercado adoptada para a eficiência final de qualquer mercado para transacção de direitos de emissão. Efectivamente, definimos como principal objectivo do presente estudo a análise da eficiência de um mercado para transacção de direitos de emissão, com a estrutura de mercado (concorrência imperfeita) e regras semelhantes ao EU ETS. Ou seja, um sistema com reduções absolutas das emissões, possibilidade de utilização intertemporal das licenças de emissão (*banking*), transacção em leilão duplo com preços discriminantes e penalização por incumprimento, num contexto de incerteza acerca do efectivo nível de abatimento final. Em particular, pretendemos avaliar o impacto da regra de afectação inicial das licenças de emissão no desempenho desse mercado (distribuição gratuita vs. leilão) e a eficiência do leilão de Ausabel (2004) neste contexto.

Constatando a ampla utilização da metodologia experimental no estudo do funcionamento dos mercados em geral, e dos mercados para transacção de licenças de emissão em particular, e considerando ser a que melhor se adequava aos nossos objectivos, realizamos dois tratamentos experimentais, descritos em detalhe no capítulo 4 e cujos resultados analisamos no capítulo 5. O primeiro tratamento, procurando representar no laboratório o maior número de características possível do EU ETS, incluindo a regra de distribuição inicial gratuita das licenças de emissão (*grandfathering*), permite-nos concluir que o mercado funciona e é eficiente, desde que a escassez dos títulos de emissão seja efectiva. No segundo tratamento alteramos apenas a regra de afectação inicial das licenças de emissão, considerando agora o leilão das mesmas. Esta foi, portanto, a nossa variável experimental, permitindo-nos comparar o desempenho de uma instituição de mercado laboratorial próxima da do EU ETS com *grandfathering* vs. leilão inicial das licenças de emissão.

Com base nos resultados experimentais obtidos, concluímos que a diferente metodologia de afectação inicial das licenças de emissão não influenciou a eficiência final da instituição representada, constituindo um argumento adicional favorável à sua utilização na 3ª fase do EU ETS, com início em 2013. Já no que respeita ao desempenho do tipo de leilão escolhido para a distribuição inicial das licenças de emissão de CO₂, no nosso tratamento experimental, os resultados obtidos foram diferentes dos previstos. O leilão dinâmico de Ausabel (2004), teoricamente equivalente, em termos de eficiência, ao leilão estático de Vickrey (1961), não deu origem à afectação óptima das licenças de emissão entre os diferentes participantes, revelando-se sensível ao ambiente complexo – e diferente do modelizado pelo seu autor - em que foi implementado. Ainda assim, e apesar dos desvios registados entre a afectação final de licenças de emissão de CO₂ e a afectação prevista após o encerramento do leilão, o mercado secundário funcionou de forma correcta, possibilitando as necessárias reafectações para a obtenção de um resultado eficiente.

THE CO₂ EMISSION PERMITS MARKET: AN EXPERIMENTAL STUDY**ABSTRACT**

The European Union Emissions Trading Scheme (EU ETS) for CO₂ constitutes an example of the application of the environmental policy instrument proposed by Dales (1968) and Montgomery's (1972), and possesses an innovative character and dimension not comparable to any previous application, especially for global pollutants as CO₂. For that reason, it serves as a reference for this investigation, with special focus on its functioning rules.

The two first chapters of this thesis (chapters 2 and 3) provide the theoretical framing and description of EU ETS main rules, and summarize the several aspects to be aware of when implementing any emission permits market. The literature review in chapter 3 highlights the most important factors that explain the differences between the results from implemented emission permit markets and those predicted by Montgomery's (1972) theoretical model. Among those factors, we focus, in the subsequent chapters, on the influence of market institution rules for any emission permits market efficiency. Our main objective is to study the efficiency of an emission permit market with imperfect competition and rules similar to those of the EU ETS, that is, a system with absolute reductions of emissions, possibility of intertemporal use of emission permits (banking), double auction with discriminative prices and penalty for non compliance, under an uncertainty context about the effective level of abatement. Particularly, we seek to evaluate the impact of emission permits initial allocation rule (grandfathering *vs.* auctioning) on the performance of that market, and examine the efficiency of Ausabel's (2004) auction in this context.

Commonly used for the study of markets in general, and for emission permit markets in particular, we considered the experimental methodology to be the most appropriate to

achieve our goals. We implemented two experimental treatments, described in detail in chapter 4, and in chapter 5 we analyze the experimental results. The results from the first treatment, which implements in the laboratory as many EU ETS characteristics as possible, including grandfathering as a rule for initial allocation of emission permits, allow us to conclude that the market works and that it is efficient, as long as real scarcity for emission permits exists. The second treatment changes the initial allocation rule for emission permits, considering auctioning instead of grandfathering. This is, therefore, our experimental variable, allowing us to compare the performance of a laboratory market institution that resembles the EU ETS, under auctioning and under grandfathering.

Our experimental results suggest that a different initial allocation rule for emission permits does not influence the final efficiency levels of the represented institution, thereby constituting an additional favorable argument for the use of auctions on the third phase of EU ETS, at the beginning of 2013. However, the experimental performance of the chosen auction for the initial allocation of CO₂ is different from the theoretical benchmarks. The results suggest that Ausabel's (2004) dynamic auction, which is theoretically equivalent to Vickrey's (1961) static auction in terms of efficiency, does not distribute emission permits optimally among the participants. This finding indicates that Ausabel's dynamic auction is sensitive to the complex environment where it was implemented, which is different from the one modeled by its author. Nevertheless, despite the differences between the observed allocation of CO₂ emission permits and the theoretical predictions concerning the efficient allocation after closing auction, the secondary market worked properly as it allowed the necessary reallocations for the attainment of an efficient result.

Índice Geral

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE GERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xvii
GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS.....	xix
1 – INTRODUÇÃO.....	1
2 - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS GLOBAIS E OS MERCADOS PARA TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO.....	7
2.1 – INTRODUÇÃO.....	7
2.2 – O PROTOCOLO DE QUIOTO.....	15
2.3 – O MERCADO EUROPEU PARA A TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO ₂	20
2.3.1 – As regras de funcionamento do EU ETS.....	24
2.3.2 – Análise crítica da Directiva 2003/87/EC.....	33
2.3.3 – Alguns factos sobre a 1ª fase do EU ETS.....	39
2.4 – CONCLUSÃO.....	41
3 – CRIAÇÃO DE MERCADOS PARA TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO: PRINCIPAIS ASPECTOS A CONSIDERAR	45
3.1 – INTRODUÇÃO.....	45
3.2 – INFLUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO DE MERCADO.....	47
3.2.1 – Base relativa vs. absoluta	48
3.2.2 – Distribuição gratuita vs. leilão	53
3.2.3 – Validade dos títulos emitidos	58
3.2.4 – Regras de formação de preços dos títulos	65
3.2.5 – Epílogo	69

3.3 – PODER DE MERCADO.....	70
3.3.1 – Poder de mercado simples.....	74
3.3.2 – Poder de mercado estratégico.....	77
3.3.3 – Síntese.....	80
3.4 – INCERTEZA.....	81
3.5 – CUMPRIMENTO IMPERFEITO.....	100
3.6 – INCENTIVOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO.....	116
3.7 – CONCLUSÃO.....	129
4- O MERCADO EUROPEU DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO ₂ : UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL.....	137
4.1- INTRODUÇÃO.....	137
4.2 – ESTUDO DOS MERCADOS DE DIREITOS DE EMISSÃO ATRAVÉS DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	144
4.2.1 – Sistemas microeconómicos e experiências laboratoriais.....	149
4.2.2 – Condições essenciais para a validade da economia experimental.....	153
4.3 – TIPOS DE LEILÕES.....	157
4.3.1 – O leilão de Ausabel.....	166
4.4 – DESENHO EXPERIMENTAL.....	172
4.4.1 – Eliciação da aversão ao risco.....	173
4.4.2 – O mercado experimental para transacção de direitos de emissão.....	177
4.4.2.1 – Instituição de mercado.....	178
4.4.2.2 – Parâmetros.....	192
4.4.2.3 – Previsões Teóricas.....	198
4.4.3 – Procedimentos.....	210
4.5 – CONCLUSÃO.....	216
5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS.....	219
5.1 – INTRODUÇÃO.....	219
5.2 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	222
5.2.1 – Caracterização socioeconómica.....	223

5.2.2 – Atitudes individuais face ao risco.....	226
5.3 – TRATAMENTO EXPERIMENTAL COM <i>GRANDFATHERING</i> INICIAL DOS DIREITOS DE EMISSÃO	233
5.4 – TRATAMENTO EXPERIMENTAL COM LEILÃO INICIAL DE DIREITOS DE EMISSÃO.....	278
5.5 – IMPACTO DA REGRA DE AFECTAÇÃO INICIAL DOS TÍTULOS DE EMISSÃO NOS RESULTADOS OBTIDOS	332
5.6 – CONCLUSÃO.....	338
6 – CONCLUSÃO.....	341
BIBLIOGRAFIA.....	349
ANEXO 1.....	381
ANEXO 2.....	387
ANEXO 3.....	389
ANEXO 4.....	417
ANEXO 5.....	461
ANEXO 6.....	463
ANEXO 7.....	471
ANEXO 8.....	477
ANEXO 9.....	515
ANEXO 10.....	575

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Diferença (percentual) face aos limites do BSA, em 2004	37
Figura 4.1 – Esquema representativo do sistema microeconómico	152
Figura 4.2 – Ecrã do zTree com a Lista de Preços Múltiplos.....	175
Figura 4.3 – Ecrã final do zTree com os ganhos totais da sessão	177
Figura 4.4 – Ecrã do zTree da fase de <i>banking</i>	179
Figura 4.5 – Ecrã do zTree do mercado inicial	180
Figura 4.6 – Ecrã do zTree da fase da incerteza.....	183
Figura 4.7 – Ecrã do zTree do mercado de reconciliação	184
Figura 4.8 – Ecrã do zTree da fase de <i>re-banking</i>	185
Figura 4.9 – Ecrã do zTree do arranque do leilão (etapa 0) para o sujeito 2.....	188
Figura 4.10 – Ecrã do zTree do arranque do leilão (período>1, com <i>banking</i> no período anterior)	189
Figura 4.11 – Ecrã de zTree com o resultado final do leilão para o sujeito 2	191
Figura 4.12 – Curvas de procura e oferta de licenças de emissão no mercado (1º Período, tratamento com <i>grandfathering</i>)	201
Figura 4.13 – Curvas de procura e oferta de licenças de emissão no leilão inicial, 1º Período	203
Figura 4.14 – Distribuição óptima dos títulos entre os participantes (S1 a S8) após transacções no mercado (e participação no leilão).....	205
Figura 4.15 – Condições da oferta e procura registadas no mercado de reconciliação, no 1º período (referência <i>system optimum</i>)	206
Figura 5.1 – Composição da amostra por sexo e idade	223
Figura 5.2 – Situação profissional e financeira dos participantes	225
Figura 5.3 – Caracterização do agregado familiar.....	225
Figura 5.4 – Proporção de escolhas seguras (Forma A) em cada decisão, no total das 8 sessões (azul) e previsão teórica (vermelho).....	228
Figura 5.5 – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante.....	231
Figura 5.6 – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante, excluindo o sujeito 5 da sessão 5 (outlier)	232
Figura 5.7 – Comportamento de <i>banking</i> por precaução no tratamento com <i>grandfathering</i> , por sessão	237
Figura 5.8 – <i>Banking</i> médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com <i>grandfathering</i>	238

Figura 5.9 – Preço médio no mercado inicial, por período, nas 4 sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	240
Figura 5.10 – Preço médio no mercado inicial para o tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	241
Figura 5.11 – Quantidades transaccionadas no mercado inicial, nas 4 sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	242
Figura 5.12 – Quantidade média transaccionada no mercado inicial, no tratamento com <i>grandfathering</i> , e previsões teóricas.....	243
Figura 5.13 – Excedente das compras realizado no mercado inicial, nas sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	244
Figura 5.14 – Excedente médio das compras realizado no mercado inicial do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	245
Figura 5.15 – Excedente das vendas realizado no mercado inicial, nas sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	246
Figura 5.16 – Excedente médio das vendas realizado no mercado inicial do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	247
Figura 5.17 – Excedente total, no mercado inicial, nas sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	248
Figura 5.18 – Excedente total médio realizado no mercado inicial do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	249
Figura 5.19 – Índice de eficiência de mercado (total), das compras e das vendas das sessões com <i>grandfathering</i>	250
Figura 5.20 – Índice de eficiência médio registado no mercado inicial do tratamento com <i>grandfathering</i>	251
Figura 5.21 – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas.....	253
Figura 5.22 – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com <i>grandfathering</i>).....	256
Figura 5.23 – Preço médio no mercado de reconciliação nas 4 sessões com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	261
Figura 5.24 – Preço médio no mercado de reconciliação para o tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	262
Figura 5.25 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4 do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	263

Figura 5.26 – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação no tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	264
Figura 5.27 – Excedente das compras no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas	265
Figura 5.28 – Excedente médio das compras realizado no mercado de reconciliação do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas	266
Figura 5.29 – Excedente das vendas no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas	267
Figura 5.30 – Excedente das vendas no mercado de reconciliação do tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas	268
Figura 5.31 – Excedente total no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas.....	269
Figura 5.32 – Excedente total médio no mercado de reconciliação para o tratamento com <i>grandfathering</i> e previsões teóricas.....	270
Figura 5.33 – Custo de abatimento total registado em cada período, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas	271
Figura 5.34 – Custo de abatimento total registado em cada período, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas para uma política de <i>Comando-e-Controllo</i> (CCU)	272
Figura 5.35 – Custo de abatimento médio total para o conjunto das sessões do tratamento com <i>grandfathering</i> , e previsões teóricas para uma política de <i>Comando-e-Controllo</i> (CCU) e um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão (BTU).....	273
Figura 5.36 – Preços finais (ou de encerramento) no leilão de Ausabel e previsões teóricas.....	280
Figura 5.37 – Preço médio de encerramento do leilão de Ausabel, no conjunto das sessões experimentais 5 a 8, e previsões teóricas.....	281
Figura 5.38 – Receita total realizada no leilão inicial face à teoricamente prevista, em termos percentuais, nas sessões 5, 6, 7 e 8.....	282
Figura 5.39 – Custos de abatimento em cada sessão após encerramento do leilão e previsões teóricas.....	283
Figura 5.40 – Relação entre os custos de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada sessão, e os custos de abatimento potenciais para as referências <i>System Optimum</i> e <i>Market Equilibrium</i>	284
Figura 5.41 – Custo de abatimento médio após encerramento do leilão (para o conjunto das sessões e excluindo a sessão 5) e previsões teóricas.....	285
Figura 5.42 – Afectação final de títulos após encerramento do leilão, entre os participantes, e previsões teóricas	286

Figura 5.43 – Comportamento de <i>banking</i> por precaução no tratamento com leilão inicial, por sessão.....	290
Figura 5.44 – <i>Banking</i> médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com leilão	291
Figura 5.45 – <i>Banking</i> médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com leilão, excluindo o sujeito 5 da sessão 5 (<i>outlier</i>).....	292
Figura 5.46 – Preço médio no mercado inicial, por período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas	295
Figura 5.47 – Preço médio no mercado inicial para o conjunto das sessões com leilão e previsões teóricas	296
Figura 5.48 – Quantidades transaccionadas no mercado inicial, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas	297
Figura 5.49 – Quantidades médias transaccionadas no mercado inicial, para o conjunto do tratamento, e previsões teóricas.....	298
Figura 5.50 – Excedente das compras no mercado inicial, nas sessões com leilão e previsões teóricas.....	299
Figura 5.51 – Excedente médio das compras no mercado inicial, para o conjunto das sessões do tratamento com leilão e previsões teóricas.....	300
Figura 5.52 – Excedente das vendas no mercado inicial, nas sessões 5, 6, 7 e 8, e previsões teóricas.....	301
Figura 5.53 – Excedente médio das vendas no mercado inicial, para o tratamento com leilão, e previsões teóricas	302
Figura 5.54 – Excedente total do mercado inicial, nas sessões com leilão e previsões teóricas.....	303
Figura 5.55 – Excedente médio total do mercado inicial, para o conjunto das sessões do tratamento com leilão, e previsões teóricas	304
Figura 5.56 – Índice de eficiência de mercado (total), das compras e das vendas para as referências <i>System Optimum</i> e <i>Market Equilibrium</i> das sessões com leilão	305
Figura 5.57 – Índice de eficiência médio registado no mercado inicial do tratamento com leilão – no conjunto das 4 sessões e sem a sessão 5	306
Figura 5.58 – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (no tratamento com leilão)	307

Figura 5.59 – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com leilão)	310
Figura 5.60 – Preço médio no mercado de reconciliação, nas sessões com leilão e previsões teóricas	313
Figura 5.61 – Preço médio no mercado de reconciliação para o tratamento com leilão e previsões teóricas	316
Figura 5.62 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, nas sessões com leilão e previsões teóricas	317
Figura 5.63 – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão e previsões teóricas	317
Figura 5.64 – Excedente das compras no mercado de reconciliação, em cada sessão do tratamento com leilão, e previsões teóricas	318
Figura 5.65 – Excedente médio das compras no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas	320
Figura 5.66 – Excedente das vendas no mercado de reconciliação, em cada uma das sessões com leilão, e previsões teóricas	321
Figura 5.67 – Excedente médio das vendas no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas	322
Figura 5.68 – Excedente total no mercado de reconciliação, em cada uma das sessões com leilão, e previsões teóricas	323
Figura 5.69 – Excedente médio total no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas	324
Figura 5.70 – Custo de abatimento total registado em cada período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas	325
Figura 5.71 – Custo de abatimento total registado em cada período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas para uma política de <i>Comando-e-Controllo</i> (CCU).....	326
Figura 5.72 – Custo médio de abatimento total para o conjunto das sessões do tratamento com leilão e previsões teóricas para uma política de <i>Comando-e-Controllo</i> (CCU) e um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão (BTU).....	327
Figura 5.73 – Custo médio de abatimento nas sessões 6, 7 e 8 e previsões teóricas para uma política de <i>Comando-e-Controllo</i> (CCU) e um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão (BTU).....	328

Figura 5.74 – Índices de eficiência média para as sessões experimentais do tratamento com *grandfathering* e com leilão, relativamente às referências teóricas *System Optimum* e *Market Equilibrium*334

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Partilha de Encargos (UE-15).....	21
Tabela 4.1 – Valores esperados das lotarias A e B.....	175
Tabela 4.2 – Síntese das diferentes etapas da 3ª parte do desenho experimental com leilão inicial	187
Tabela 4.3 – Emissões totais e restrição ambiental, por período.....	194
Tabela 4.4 – Custo marginal de abatimento de cada participante	195
Tabela 4.5 – Matriz da incerteza.....	198
Tabela 4.6 – Oferta e procura de mercado - tratamentos com <i>grandfathering</i> e leilão	200
Tabela 4.7 – Mercado concorrencial - tratamento com <i>grandfathering</i>	202
Tabela 4.8 – Leilão de Ausabel	204
Tabela 4.9 – Mercado concorrencial - tratamento com leilão	205
Tabela 4.10 – Previsões teóricas para o mercado de reconciliação	208
Tabela 4.11 – Custo mínimo de abatimento	209
Tabela 5.1 – Situação Académica actual e esperada	224
Tabela 5.2 – Classificação da aversão ao risco com base nas escolhas binárias entre as lotarias A e B.....	227
Tabela 5.3 – Resultados experimentais obtidos para o preço, quantidade e excedentes no mercado inicial no tratamento com <i>grandfathering</i> (média das sessões 1 a 4)	234
Tabela 5.4 – Resultados experimentais obtidos para o preço, quantidade e excedentes no mercado de reconciliação para o tratamento com <i>grandfathering</i> (média das sessões 1 a 4).....	259
Tabela 5.5 – Índices de eficiência das sessões do tratamento com <i>grandfathering</i>	274
Tabela 5.6 – Ganhos dos participantes (em euros) relativos à 3ª parte da sessão experimental no tratamento com <i>grandfathering</i>	277
Tabela 5.7 – Resultados experimentais obtidos no leilão inicial (média das sessões 5 a 8)	279
Tabela 5.8 – Resultados experimentais obtidos no mercado inicial para o	

tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)	293
Tabela 5.9 – Resultados experimentais obtidos no mercado de reconciliação para o tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)	314
Tabela 5.10 – Índices de eficiência das sessões do tratamento com leilão.....	329
Tabela 5.11 – Ganhos dos participantes (em euros) relativos à 3ª parte da sessão experimental no tratamento com leilão	332

GLOSSÁRIO DE TERMOS E ABREVIATURAS

AAUs - Assigned Amount Units

BAU - Business-as-Usual

BSA - Burden Sharing Agreement

CDM - Clean Development Mechanism

CFC - Clorofluorocarbonetos

CITL - Community Independent Transaction Log

CO₂ – Dióxido de Carbono

COP- Conference of the Parties

CRE - Créditos de Redução de Emissões

EPA - Environmental Protection Agency of EUA

EUA - Estados Unidos da América

EUA's - European Union Allowances

EU ETS - European Union Emissions Trading Scheme

GEE - Gases com Efeito de Estufa

I & D - Investigação e Desenvolvimento

IEA - International Energy Agency

INC - Intergovernmental Negotiating Committee

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

JI - Joint Implementation

JRC-IES - European Commission's Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability

MDE - Mercado para transacção de direitos de emissão

NIE - New Institutional Economics

NO_x - Óxidos de Azoto

PIB - Produto Interno Bruto

PNALE - Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão

PNB - Produto Nacional Bruto

RCE - Reduções Certificadas de Emissões

RECLAIM - Regional Clean Air Incentives Market

RGGI- Regional Greenhouse Gas Initiative

RNA - Revenue Neutral Auction

SO_x - Óxidos de Enxofre

SO₂ - Dióxido de Enxofre

UE - União Europeia

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change

URE - Unidades de Redução de Emissões

URSS - União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

WHO - World Health Organisation

1 – INTRODUÇÃO

O mercado europeu para transacção de direitos¹ de emissão de CO₂ (EU ETS - *European Union Emissions Trading Scheme*), criado pela Directiva 2003/87/CE, está no centro da presente tese. Para além de ser o primeiro instrumento de mercado intracomunitário de regulação das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE), constitui ainda uma aplicação do instrumento de política ambiental preconizado por Crocker (1966) e Dales (1968) para a internalização de uma externalidade ambiental global.

Teórica e conceptualmente, a criação de licenças de emissão transaccionáveis constitui um instrumento de política ambiental amplamente conhecido desde a década de 70 do século passado. Aliás, nos Estados Unidos da América (EUA) foi implementado logo na década seguinte, registando-se aí uma larga experiência com mercados para transacção de direitos de emissão, alguns com existência limitada no tempo (quando cumpridos os objectivos definidos) e outros em funcionamento (sem fim anunciado). Exemplos de mercados do primeiro tipo são os programas para a redução do chumbo e para a redução de Clorofluorocarbonetos (CFC), cuja actividade se limitou ao período entre 1979-1987 e 1989-1995, respectivamente. Já os mercados para transacção de direitos de emissão para poluentes do ar ainda em vigor nos EUA são diversos: o Programa de Transacção de Emissões da EPA (Environmental Protection Agency), com início em 1974; o Regional Clean Air Incentives Market (RECLAIM), com início em 1994, cobrindo a emissão de óxidos de azoto (NO_x) e óxidos de enxofre (SO_x); o Programa de combate à Chuva Ácida, que incluiu a transacção de licenças de emissão de dióxido de enxofre (SO₂) a partir de 1995. Também para o caso da poluição da água, existe um mercado para a transacção de efluentes, que teve início em 1983 e se encontra ainda em vigor, como refere Solomon (1999) quando descreve o desempenho e principais desenvolvimentos destes programas.

Ora, a implementação do EU ETS difere destas aplicações americanas no tipo de poluente que abrange: global e não local como acontecia com aqueles. Utilizam-se, pela primeira vez, licenças de emissão transaccionáveis para tentar travar a emissão de GEE, numa iniciativa com carácter supra-nacional, com uma dimensão incomparável face a qualquer um dos programas que referimos. No último ano da 1ª fase do EU ETS (2005-

¹ É equivalente falar-se em direitos, títulos ou licenças de emissão. Ao longo do presente trabalho serão utilizadas, indiscriminadamente, qualquer uma destas terminologias.

2007), considerada experimental, as transacções ascendiam já a 50 mil milhões de dólares americanos, correspondentes à transacção de 2 mil milhões de toneladas de carbono (Cappor e Ambrosi, 2008, pg.1). Um mercado desta dimensão, de carácter inovador, abrangendo mais de 12 000 instalações industriais europeias, justifica a extensa literatura gerada sobre o assunto, tratando-se quer de estudos prévios, sobre os potenciais impactos económicos do EU ETS, ou sobre a competitividade das empresas envolvidas - Capros e Mantzos (2000), Boemare e Quirion (2002), Klepper e Peterson (2004), Reinaud (2005), Kemfert *et al.* (2005), entre outros -, quer de estudos sobre os principais desenvolvimentos registados e identificação de eventuais melhorias ou alterações nas regras inicialmente definidas - Hofmann (2006), Hepburn *et al.* (2006), Grubb e Neuhoff (2006), Ellerman e Buchner (2007), Convery e Redmond (2007), Kruger, Oates e Pizer (2007), por exemplo. A questão da metodologia empregue para a atribuição inicial das licenças de emissão surge com especial destaque, pela negativa, em vários desses estudos. A Directiva 2003/87/CE estabelece como regra a sua distribuição gratuita – *grandfathering* - pelas instalações abrangidas, apesar de permitir o leilão de 5% e 10% do total das licenças, nas fases compreendidas entre 2005-2007 e 2008-2012, respectivamente. Na 1ª fase do EU ETS verificamos, porém, que esta opção para afectação das licenças de emissão raramente foi utilizada, apesar de diversos estudos, como o de Hofmann (2006), por exemplo, apontarem o leilão como o método mais recomendável para a distribuição inicial dos direitos de emissão. O recentemente criado mercado americano para o carbono, RGGI (*Regional Greenhouse Gas Initiative*) - com arranque no início de 2009 – incorporou já esta recomendação, estipulando o leilão como regra para a afectação inicial dos direitos de emissão de CO₂.

Em posse desta informação, abordar a questão do leilão das licenças de CO₂ no EU ETS, objecto de estudo da presente tese, afigura-se-nos como incontornável. É, porém, no desenrolar do próprio trabalho que encontramos argumentos adicionais para justificar a importância do destaque atribuído a esta característica do mercado.

Começamos, no capítulo 2, por enquadrar o EU ETS face aos compromissos assumidos com o Protocolo de Quioto, depois de referirmos o aparecimento deste último no contexto do problema das alterações climáticas globais. Apesar de mencionar a falta de consenso acerca da dimensão real do aquecimento global da superfície terrestre, e suas consequências, o capítulo 2 centra-se num facto incontestável: a decisão de agir, por parte dos responsáveis de política internacional, com o objectivo de travar

as emissões de GEE. Para além de fixar o objectivo ambiental a cumprir – redução de 5% das emissões dos GEE face aos níveis de 1990 -, o Protocolo de Quioto prevê ainda a possibilidade dos Estados se socorrerem, suplementarmente, de mecanismos flexíveis criados para o efeito como, por exemplo, um mercado internacional para transacção de direitos de emissão. A preferência por este instrumento de política, para reduzir as emissões dos GEE, manifesta-se igualmente no seio da União Europeia (UE), com a criação do EU ETS (e agora também nos EUA, com a RGGI). Como é sobre esta aplicação em concreto da utilização de licenças de emissão transaccionáveis que tratamos na presente tese, o capítulo 2 é maioritariamente dedicado à análise das suas características, regras institucionais e principais desenvolvimentos. Concluimos, nesse capítulo, que a ligação entre o EU ETS e o mercado internacional de licenças de emissão, ou os restantes mecanismos flexíveis de Quioto (CDM - *Clean Development Mechanism* e JI - *Joint Implementation*), o alargamento do mercado a outros GEE para além do CO₂ (dióxido de carbono), ou a outros sectores de actividade, como o dos transportes, a utilização mais generalizada do leilão para afectação inicial dos direitos de emissão, são aspectos da iniciativa europeia que necessitam de ser melhorados e requerem, portanto, investigação adicional.

O capítulo 3 é dedicado a uma revisão bibliográfica cujo objectivo é identificar os aspectos mais relevantes para o desempenho dos mercados para licenças transaccionáveis, as principais falhas deste mercado e sugestões teóricas de alteração ao modelo original para as solucionar. Existência de poder de mercado, de incerteza na procura ou oferta das licenças de emissão, custos de transacção e incumprimento são alguns exemplos das falhas de mercado tratadas no capítulo 3, quer de forma genérica, quer para justificar os desvios entre os resultados efectivos de alguns mercados de transacção de direitos de emissão e os previstos no momento da sua concepção. Resultado da revisão bibliográfica efectuada é a constatação de que as características de eficiência dinâmica habitualmente atribuídas a este instrumento de política não constituem, afinal, uma vantagem absoluta face a instrumentos alternativos. Sendo este um argumento tradicional na justificação da opção por mercados para transacção de direitos de emissão, a secção deste capítulo dedicada a abordar o assunto, tem por objectivo proporcionar um conhecimento mais exacto dos incentivos à inovação e desenvolvimento tecnológico que aqueles efectivamente proporcionam.

Por outro lado, o capítulo 3 aborda ainda a questão da influência da instituição

de mercado para a eficiência deste instrumento de política, sobre a qual o modelo de Montgomery (1972) nada refere, como de resto é habitual acontecer no âmbito da teoria neoclássica tradicional. Concluímos, a este respeito, que as características escolhidas para a instituição de mercado não são inócuas para o resultado final que é possível obter. Estudos empíricos, de simulação, ou experimentais convergem nesta conclusão, levando-nos a colocar as regras de funcionamento do mercado de CO₂ no centro da nossa investigação. O estudo da organização económica, isto é, empresas e mercados, bem como as leis e regras que os governam, são vitais para a compreensão de qualquer sistema económico. E é esse o objectivo principal deste trabalho: contribuir para um melhor conhecimento acerca da forma como uma instituição económica em particular – o EU ETS - efectivamente funciona. De acordo com Coase, este tipo de estudos pode, e deve, desempenhar um papel mais importante nos esforços dos economistas para compreenderem os fenómenos complexos com os quais se preocupam (Williamson (1989, pg. 226). Logo, focando um problema real e complexo, como é o aquecimento global do planeta, e estudando o principal instrumento de política escolhido para o solucionar, adoptamos uma abordagem directa ao problema, recomendada por Coase (1988, pg. 73), recorrendo para o efeito à metodologia experimental.

São vários os motivos subjacentes à escolha metodológica que efectuamos. Desde logo, a partir da revisão bibliográfica efectuada no capítulo 3, constatamos a importância dos estudos experimentais para alguns dos programas americanos acima referidos, sobretudo para a transacção de SO₂ (Cason (1995), Cason e Plott (1996), Cronshaw e Brown-Kruse (1999a), Franciosi *et al.* (1999)). A utilização pertinente de experiências laboratoriais como ferramenta de análise económica empírica, sobretudo no estudo de mecanismos de mercado alternativos, por parte de Vernon L. Smith, influenciou igualmente a nossa decisão. Caracterizado o EU ETS, no capítulo 2, e identificada a importância e necessidade de estudar as regras escolhidas para o implementar, no capítulo 3, encontramos no extenso trabalho experimental de V. Smith evidência de que esta seria a metodologia mais adequada para o fazermos. A definição dos nossos desenhos experimentais, conseqüente codificação informática e elaboração de instruções, permitiu confirmar, efectivamente, que são colocados no centro da investigação aspectos específicos da teoria diferentes dos habitualmente destacados na literatura económica. Esta é, aliás, uma vantagem que Alvin Roth (*in* Kagel e Roth, 1995) aponta ao uso da metodologia experimental: o aumento do conhecimento que o

desenho da experiência traz ao investigador, para além dos resultados da mesma. Por outro lado, recolher dados experimentalmente, em vez de esperar que estes sejam gerados pela aplicação real deste tipo de políticas, é uma forma socialmente menos dispendiosa e mais simples de o fazer. Para além de que, obviamente, não poderíamos, na realidade testar as hipóteses que entendêssemos com dados dessa forma gerados.

O capítulo 4 justifica de forma mais detalhada esta escolha metodológica e elenca os principais estudos experimentais na área dos mercados para transacção de licenças de emissão, alguns dos quais referidos igualmente no capítulo 3. As experiências laboratoriais que realizamos são, naturalmente, desenvolvimentos de experiências anteriores, como a de Godby *et al.* (1997), por exemplo, mas possuem uma diferença essencial em relação a todas elas: o nível de aproximação ao EU ETS. Se, como dissemos, esta metodologia está na base de diversos estudos que contribuem para uma melhor compreensão dos mercados de emissões americanos, através da reprodução em laboratório das principais características das instituições escolhidas, o mesmo não se passa para o mercado do carbono europeu. A presente tese fá-lo pela primeira vez, sendo esse, aliás, o principal contributo da mesma.

Com base nas principais características do EU ETS, descritas no capítulo 2, e nas conclusões retiradas no capítulo 3, acerca dos aspectos mais relevantes a ter em consideração no momento de concepção de um instrumento de política deste género, desenhamos um mercado laboratorial para transacção de licenças de emissão, que apresentamos no capítulo 4. Consideramos uma estrutura de mercado de concorrência imperfeita, baseada na diferente dimensão e estrutura de custos de abatimento dos participantes no EU ETS, fixamos níveis de redução de emissões diferenciadas entre os participantes no mercado, a partir do estabelecido no BSA (*Burden Sharing Agreement*), e reproduzimos algumas das principais regras em vigor nas fases iniciais do EU ETS, como o *banking* ou o *grandfathering* total dos títulos de emissão.

Tendo previamente identificado e justificado a importância das regras de afectação inicial das licenças de emissão de CO₂, quer para o caso específico do EU ETS, quer para o funcionamento de mercados para licenças de emissão em geral, e os argumentos favoráveis ao leilão, em detrimento da sua distribuição gratuita, analisamos ainda no capítulo 4 o impacto eventual da alteração desta regra na instituição representada. Para efectuarmos uma escolha fundamentada em relação às regras do leilão a implementar, procedemos igualmente a uma breve revisão da literatura sobre

leilões. Procurando limitar a mesma ao caso particular de leilões para múltiplas unidades, caso em que se insere o leilão do CO₂, destacamos a proposta de leilão dinâmico de Ausabel (2004), que prova ser eficiente, eliminando o habitual problema, em leilões para múltiplas unidades, da redução da procura. O modelo deste autor não inclui, no entanto, a questão dos mercados secundários, como efectivamente acontece com as licenças de CO₂, que podem ser transaccionadas posteriormente no mercado, nem a questão do *banking* ou da incerteza. O estudo teórico e experimental de Holt *et.al* (2007), com vista a testar diversos tipos de leilões para a transacção de CO₂ no âmbito da RGGI, e que inclui aquelas características específicas deste tipo de “bem” não abrange o modelo proposto por Ausabel (2004).

Assim, na presente tese, para além de analisarmos pela primeira vez o desempenho do EU ETS através da metodologia experimental, testamos também pela primeira vez o leilão proposto por Ausabel (2004) para o caso de licenças de emissão transaccionáveis (em particular, o EU ETS). Esta alteração ao nosso tratamento experimental inicial traz um contributo inovador para duas áreas de investigação distintas. Para a Economia do Ambiente, ao aumentar o conhecimento acerca do impacto das regras de afectação inicial de direitos de emissão transaccionáveis, em condições tão específicas como as que representamos experimentalmente. Para a área científica da teoria dos leilões, contribuímos com novos factos para os quais é preciso “procurar o significado”, através de um diálogo constante entre teóricos e experimentalistas (Roth 1995, *in* Kagel e Roth (1995)).

Depois de descritas no capítulo 4, de forma detalhada, as regras do mercado experimental a implementar, quer com *grandfathering* quer com leilão inicial dos títulos, bem como os procedimentos e resultados esperados para o mesmo, no capítulo 5 analisamos os resultados experimentais obtidos. Aí podemos constatar que, com as regras de mercado claramente estabelecidas, e uma meta ambiental mais ambiciosa do que a fixada nas primeiras fases do EU ETS, os resultados obtidos pela instituição laboratorial implementada são eficientes, colocando os títulos de emissão, na generalidade, na posse de quem mais os valoriza. Ou seja, mesmo num desenho laboratorial relativamente complexo, minimizam-se os custos de abatimento totais inerentes à redução das emissões de CO₂ estipulada, independentemente da forma de afectação inicial das licenças de emissão, confirmando-se as vantagens do comércio de direitos de emissão.

2 - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS GLOBAIS E OS MERCADOS PARA TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO

2.1 – INTRODUÇÃO

Definitivamente, as questões ambientais em geral, e as alterações climáticas globais em particular, são uma constante na agenda política actual, sobretudo dos países mais desenvolvidos. Conscientes acerca da interferência das actividades humanas no clima global, e preocupados com os impactos ainda incertos que tal implica, os governos destes países passaram a procurar encontrar formas de o proteger, pensando nas gerações presentes e, sobretudo, nas futuras.

Diferentes estudos sobre as alterações climáticas provocadas pela emissão de gases com efeito de estufa (GEE), com origem nas actividades humanas de produção e consumo, provocaram nos últimos anos uma acesa discussão no seio da comunidade política e científica acerca da verdadeira dimensão do problema e suas consequências. Campbell e Klaes (2008) consideram que a sociedade, em particular as organizações e instituições, reagem a esta ameaça com a maior articulação da união estrutural entre sistemas científicos, políticos, legais e económicos, a que foi possível assistir recentemente: a criação, em 1988, do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Este tornou-se a plataforma global para estabelecer os factos determinantes relativamente às alterações climáticas, colocando o enfoque nas emissões de GEE com origem antropogénica. Efectivamente, das conclusões apresentadas em IPCC (2007) ressalta o facto de a maior parte do aumento da temperatura média global registada desde meados do século XX se dever, com uma “grande probabilidade”, ao aumento das concentrações de GEE com origem antropogénica. Este relatório refere ainda que, a manterem-se os níveis correntes de emissões de GEE às taxas actuais (ou crescentes), essa tendência de aquecimento global aumentará, provocando no século XXI alterações no sistema climático global ainda mais acentuadas do que as registadas no século passado.

Para a evolução da temperatura terrestre nos próximos anos, várias são as previsões apresentadas por inúmeros cientistas, das mais diversas áreas. Ainda maior diversidade e divergência é a que respeita às suas consequências para a vida humana tal

como existe actualmente. No entanto, um aumento da temperatura do nosso planeta face aos valores de 1990, entre 1,5° e 5° C, até ao final deste século, parece ser relativamente consensual e certo, tendo em conta a continuação do BAU (*Business-as-Usual* ou cenário de referência). Por seu lado, a gravidade e a rapidez das mudanças que este aquecimento global poderá implicar continuam muito incertas e a gerar divisões entre os investigadores. até porque as suas consequências serão positivas para algumas zonas do planeta e negativas para outras. Zonas frias, em países como a Rússia, por exemplo, saem a ganhar, enquanto que, pelo contrário, zonas áridas como as que existem em países africanos, tendem a piorar e a ver desaparecer os poucos terrenos ainda produtivos para cultivo.

De acordo com Solomon *et al.* (2007) existem alguns resultados robustos com base nas observações recolhidas sobre as alterações climáticas. Por exemplo, é um facto que a temperatura média terrestre continua a aumentar, com 11 dos últimos 12 anos a encontrarem-se entre os 12 anos mais quentes desde 1850. De igual forma, as alterações (aumento) nas temperaturas máximas são consistentes com o aquecimento global. Por outro lado, é um facto que se registou um aumento do número de ocorrências de precipitações graves, mas também de secas, sobretudo nos trópicos e subtropicais, desde 1970. Solomon *et al.* (2007) referem igualmente a evidência relativa ao montante de gelo do planeta estar a diminuir, verificando-se uma redução dos glaciares das montanhas e da duração sazonal dos rios e lagos gelados, desde o século XIX.

Ainda que estes resultados apontados por Solomon *et al.* (2007) sejam certos, os mesmos autores apontam algumas incertezas que impedem a concretização de previsões mais robustas para a evolução do clima global. Tais incertezas prendem-se, sobretudo, com problemas nas medições e recolha de dados, como por exemplo: divergência nas observações recolhidas por satélite ou à superfície sobre as alterações nas nuvens sobre o oceano; limitação nas informações existentes sobre a frequência e intensidade dos furações antes da existência de satélites (para além das dúvidas acerca da interpretação dos registos de satélite); dificuldades na medição da precipitação que dificultam a quantificação das tendências na precipitação global e regional; inexistência de dados recolhidos no local, antes de 1960, sobre o nível da neve (para além de os dados actuais, recolhidos via satélite, não serem bem calibrados); etc. Estes são, de acordo com Solomon *et al.* (2007), alguns dos motivos que justificam a dificuldade de efectuar recomendações de política, pois a identificação do próprio problema não é consensual.

Como as consequências das anunciadas, mas incertas, mudanças climáticas globais diferem entre países, estes terão também diferentes incentivos para encontrar soluções para as mesmas. Tietenberg (2003b) refere alguns dos estudos efectuados com o objectivo de avaliar os impactos deste aumento de temperatura. Cline (1992) e Mendelson *et al.* (1994) são referidos como estudos com uma visão bastante mais optimista do que o de Rosenzweig e Parry (1994), por exemplo. Por seu lado, os últimos dados, de 2007, adiantados pelo IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) indicam uma necessidade imediata de agir para “parar” o aquecimento global.

Porém, ainda que o IPCC reúna uma extensa literatura científica sobre a matéria, a verdade é que não existem estudos suficientes acerca dos impactos económicos desta acção. Acerca destes, Campbell e Klaes (2008), por exemplo, referem que sem uma deslocação da fronteira de possibilidades de produção no sentido de uma economia de “baixo” carbono, a redução ou prevenção do problema do aquecimento global, prevista pelo IPCC, tem necessariamente de envolver perdas de produção com consequentes reduções no bem-estar global. Não podemos, porém, concordar com estes autores quando classificam essas perdas como “substanciais” e “consideráveis”, por ser incerta a magnitude das perdas de bem-estar social, bem como a sua repartição entre a população mundial, devido à inexistência de estudos económicos definitivos sobre o assunto. Isto significa, no presente, a impossibilidade de avaliação correcta do *trade-off* entre os efeitos positivos da suspensão ou diminuição do aquecimento global e os efeitos económicos negativos associados à necessária transição para a economia baixa em carbono.

A este respeito, dada a incerteza acerca dos impactos económicos, mas várias certezas acerca das consequências e perdas ambientais reportadas, a adopção do Princípio da Precaução, institucionalizado pela Unesco (2005) e União Europeia COM(2000)1 final de 2.2.2000, parece-nos altamente justificável. Esta nossa convicção vem reforçada com a disponibilização de dados recentes ao nível europeu. Utilizando a informação do IPCC (2007) e reunindo ainda esforços com a WHO (World Health Organisation) e o JRC-IES (European Commission's Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability), o relatório n°4/2008 da EEA (European Environment Agency) demonstra ser necessário, ao nível da União Europeia, acções de adaptação a estas alterações climáticas bem como um maior controlo, recolha e partilha de dados com vista à redução das incertezas, ainda existentes, nas projecções

efectuadas. Apesar da existência destas últimas, este relatório descreve as alterações climáticas na Europa, passadas e previstas para o futuro, e identifica os principais sectores e regiões afectadas, com base num elevado número de indicadores (40) sobre: clima e atmosfera; criosfera; ecossistemas e diversidade marinha; quantidade de água; biodiversidade e qualidade da água doce; biodiversidade e ecossistemas terrestres; solos; florestas e agricultura; e saúde humana. Mesmo que estes impactos não possam ser mensurados com exactidão, em termos monetários, acarretam, necessariamente, custos avultados e irreversíveis.

A expressão maior, por parte da comunidade internacional, da vontade política de agir para fazer face ao problema das alterações climáticas globais, independentemente da incerteza associada a esta questão, regista-se em 1997, com a assinatura do Protocolo de Quioto. Perante um problema de má gestão de um bem colectivo que é, simultaneamente, uma externalidade negativa global, assume-se um compromisso de reduzir as emissões dos gases poluentes considerados responsáveis pelo problema, os GEE.²

Os instrumentos de política económica a aplicar neste domínio são diversos e podem ser mais centralizados ou, pelo contrário, basear-se mais no funcionamento do mercado. Field e Field (2002) definem as políticas centralizadas como aquelas que requerem que seja determinada agência administrativa a ditar o que deve ser feito. Para que estas políticas sejam eficientes, o regulador tem de conhecer as funções custo e benefício marginal de abatimento para definir as medidas a adoptar no sentido de as igualar.³ Como essa informação é imperfeita, este tipo de políticas tem de ser revista com alguma frequência para ser ajustada com base no conhecimento adicional que se vai obtendo. Políticas ambientais descentralizadas, por seu lado, resultam da interacção entre os diversos agentes individuais, agindo em busca apenas do interesse próprio. A

² O clima global da Terra é determinado pela energia que recebe do Sol e pelas propriedades da Terra e sua atmosfera (reflexo, absorção e emissão de energia na atmosfera e à superfície terrestre). As variações que têm decorrido em diversos aspectos da atmosfera e superfície terrestres alteram o equilíbrio de fluxos energéticos da Terra, implicando por isso mudanças climáticas. Entre as diversas mudanças está o aumento na concentração de GEE que provoca uma maior absorção atmosférica da radiação emitida, e aumento nos aerossóis que actuam reflectindo e absorvendo a radiação solar recebida, para além de alterar as propriedades de radiação das nuvens. Consequentemente, o sistema climático depara-se com uma mudança no equilíbrio entre a radiação que entra na atmosfera e a que sai. Na era industrial, o principal factor responsável por esta alteração do equilíbrio das radiações é precisamente este, a maior concentração de GEE na atmosfera. Ainda que a maioria das emissões de GEE ocorram de forma natural, o aumento nas suas concentrações registado nos últimos 250 anos é essencialmente responsabilidade das actividades humanas. Daí que as políticas ambientais de combate às alterações climáticas tenham concentrado os esforços e atenção nas emissões de GEE, procurando inverter a tendência de aumento de concentração dos mesmos (Solomon *et al.* (2007)).

³ Field e Field (2002) destacam que, com alguma frequência, é difícil medir correctamente os danos ambientais. Tratando-se especificamente da questão das mudanças climáticas globais essa é, como referimos atrás, uma realidade. O critério para avaliação dos instrumentos de política ambiental passa então a ser a eficácia dos custos e não a eficiência. Ou seja, a política a escolher deve ser, neste caso, a que permite atingir determinado objectivo ambiental ao menor custo possível. Sendo a eficácia o critério de avaliação de política, o objectivo ambiental até pode ser errado pois apenas se avaliam os recursos que é necessário despende para o atingir.

informação que se extrai deste comportamento “egoísta” dos agentes permite conhecer os custos marginais de abatimento e os danos marginais e ajustar a situação até ao ponto de equilíbrio.

O primeiro tipo de políticas, mais centralizada, é também designado por política de *Comando-e-Controlo*. No caso específico das políticas ambientais, aqui se inclui todo o tipo de legislação ou regulamentação ambiental que, de forma diversa, enquadra e/ou limita a actividade de empresas de determinada indústria ou sector, impondo regras específicas de funcionamento. São os designados *standards* ambientais que, por exemplo, definem o tipo de combustível que uma empresa pode utilizar, a tecnologia de referência, ou apenas o nível máximo de emissões poluentes permitido. Neste caso, a entidade reguladora legisla sobre a matéria e, posteriormente, tem de garantir o seu cumprimento, controlando/fiscalizando as empresas abrangidas por forma a penalizá-las quando estas se encontram em incumprimento. Field e Field (2002) sintetizam desta forma o conceito de *standard*: “se queres que as pessoas não façam determinada coisa, simplesmente cria uma lei que a torne ilegal e depois envia as autoridades para verificarem e garantirem que a lei é cumprida” (pg. 212).

Os instrumentos do tipo *Comando-e-Controlo* caracterizam-se, sobretudo, por uma certa rigidez de aplicação. Ao impor-se especificamente a utilização de uma determinada tecnologia, por exemplo, seja de produção, seja de abatimento da poluição, o aparecimento de novos desenvolvimentos tecnológicos pode tornar a regulamentação desactualizada e implicar que, pelo menos enquanto esta não é revista, as empresas se vejam obrigadas à utilização de técnicas obsoletas ou menos eficientes do que as que utilizariam se não estivessem regulamentadas. No que respeita então aos incentivos que as empresas têm para procurar outras formas menos poluentes de produção, os *standards*, sobretudo tecnológicos, não proporcionam nenhum. Esta é, portanto, uma das principais desvantagens destes instrumentos de política: a falta de incentivos à inovação, ou seja, reduzida eficiência dinâmica.

Já os instrumentos de política menos centralizados, *Baseados em Incentivos Económicos*, se caracterizam precisamente por uma muito maior flexibilidade e fortes incentivos à inovação. Ou seja, estes instrumentos procuram fazer com que os recursos ambientais sejam geridos da mesma forma que quaisquer outros recursos: atribuindo-lhes um preço, um custo, os agentes passam a usá-los da forma mais eficiente possível. A principal vantagem deste tipo de instrumento está no facto de as empresas reguladas

poderem cumprir a regulação ambiental como entenderem, da melhor forma possível para elas, sem imposições ou restrições de qualquer tipo (o cumprimento pode ser atingido por mudanças no processo interno de produção, nos inputs, no próprio output, etc.). Field e Field (2002) agrupam as políticas baseadas em incentivos em dois grupos:

- 1) impostos e subsídios;
- 2) direitos de emissão transaccionáveis.

O primeiro grupo inclui os designados instrumento do tipo *preço* e o segundo os instrumentos do tipo *quantidade*. Ou seja, no primeiro fixa-se um preço a pagar por cada unidade de poluente emitida (e não a quantidade final de poluentes que é possível emitir). Já os instrumentos quantidade fixam a quantidade máxima de emissões permitida e só depois, com o funcionamento do mercado, é determinado o preço correspondente a esse limite.

Os dois grupos apenas necessitam de uma iniciativa de política centralizada para arrancarem mas depois atingem um controlo eficiente da poluição simplesmente através das respostas das empresas reguladas.⁴

No presente capítulo, como em todos os restantes, vamos centrar-nos no estudo do instrumento de política ambiental que Field e Field (2002) inserem no segundo grupo: os direitos de emissão transaccionáveis. Com a sua criação, o que a autoridade responsável faz é determinar o nível máximo de emissões poluentes permitido (fixa o objectivo ambiental a atingir) e representa-o em títulos de propriedade que são distribuídos pelas empresas. No fundo, esses títulos, ou licenças, ou direitos de emissão indicam às empresas que apenas podem poluir até aquele limite fixado nos títulos que possuem. No entanto, esta restrição ambiental não possui a mesma rigidez de um *standard* para o mesmo limite de poluição. Proprietários de instalações com baixos custos marginais de abatimento podem vender direitos de emissão àqueles com custos marginais de abatimento mais elevados, de forma lucrativa para ambas as partes (os primeiros vendendo a um preço mais elevado do que os seus custos marginais de abatimento e os últimos comprando a um preço inferior). São direitos de emissão transaccionáveis precisamente porque podem ser comprados e vendidos no mercado a qualquer preço que seja acordado entre os próprios participantes.

Assim, a criação de direitos de emissão transaccionáveis incentiva os poluidores

⁴ Para uma análise mais detalhada das vantagens dos instrumentos de política ambiental baseados em incentivos económicos consultar, por exemplo, Bohm e Russell (1985), Tietenberg (1991) ou Cropper e Oates (1992).

a determinarem a forma mais eficiente de reduzirem a poluição, obrigando-os a ter em conta nas suas decisões, a qualidade ambiental como um qualquer outro recurso escasso.⁵ Por outro lado, proporciona às empresas flexibilidade para acondicionarem os efeitos da incerteza provocada por flutuações imprevistas nas suas emissões, permitindo que quem polui menos do que o limite estipulado pelos títulos atribuídos ofereça no mercado o seu excedente a outras empresas que, pelo contrário, se deparem com falta de títulos para cobrir as suas emissões poluentes.

A maior flexibilidade que os instrumentos de política ambiental baseados em incentivos de mercado fornecem às empresas, sobretudo em contextos de mudança e incerteza, é a principal vantagem apontada face aos instrumentos de regulação mais centralizada. Ainda assim, para diferentes problemas ambientais, quer no que concerne ao tipo de gases envolvidos, à abrangência dos mesmos (acção local, regional ou global), ao tipo e número de agentes poluidores, etc., pode justificar-se a opção por um ou por outro tipo de instrumentos de política. Só depois de avaliado cada caso específico se poderá fazer uma recomendação de política acertada.

Para o problema das alterações climáticas globais, uma das principais opções políticas diz respeito à criação de um mercado internacional para a transacção de GEE. Como veremos no capítulo seguinte, alguns estudos (como por exemplo, Jacoby e Ellerman (2004) ou Aldy *et al.* (2003)) concluem que para o caso dos GEE, e em particular para o CO₂, o mercado de direitos de emissão não é o melhor instrumento a adoptar. Tendo em conta o actual contexto de incerteza ainda existente, conclui-se que o melhor instrumento de política a adoptar para este problema seria um do tipo preço, como é o caso dos impostos sobre as emissões, e não um de tipo quantidade. Porém, como acontece em áreas de política distintas da ambiental, as conclusões dos estudos económicos e suas recomendações de política são frequentemente distintas daquela que é a realidade das negociações políticas e opções tomadas pelos seus responsáveis.

Em particular, no Protocolo de Quioto optou-se por estabelecer restrições quantitativas às emissões poluentes, escolhendo um instrumento quantidade quando em contexto de incerteza a escolha deveria ter recaído sobre um instrumento preço.

Os motivos que estão na origem do divórcio entre as opções de política e as

⁵ Uma outra particularidade deste tipo de instrumento de política diz respeito ao facto de ser o único a permitir que aqueles que são afectados pela poluição participem no mercado e influenciem o resultado final. Ou seja, quaisquer pessoas ou organizações interessadas em ver reduzida a poluição podem intervir, comprando as licenças no mercado. Desta forma, diminuem a quantidade total de títulos no mercado, ou seja, a oferta, o que obriga necessariamente a um maior nível de abatimento por parte das empresas poluidoras. Esta é uma oportunidade que nenhum outro instrumento de política, nomeadamente de Comando-e-Controllo, possui.

recomendações dos economistas não fazem parte do objecto deste trabalho, e por isso não serão aqui tratadas.⁶ Apesar de não se considerar a ideal, a escolha política para lidar com o problema das alterações climáticas globais recaiu sobre um instrumento do tipo quantidade, um mercado para a transacção de direitos de emissão. O Protocolo de Quioto e o mercado europeu para transacção de CO₂ (EU ETS – *European Union Emissions Trading Scheme*) são exemplos claros dessa mesma opção.⁷ Tendo em conta a sua importância e carácter inovador como política de combate a uma externalidade negativa ao nível global, faremos nos pontos seguintes uma descrição e enquadramento, ainda que breves, dos mesmos.

Ao Protocolo de Quioto damos um tratamento bastante sumário porque nos interessa, sobretudo, enquanto justificativo para a criação do mercado para transacção de direitos de emissão de CO₂ na União Europeia, este sim, centro da nossa atenção ao longo de todo o trabalho. Apesar das diferenças existentes entre o mercado internacional para transacção de direitos de emissão previsto pelo Protocolo de Quioto e o mercado europeu, este é considerado uma experiência importante e precursora no combate às emissões de GEE e consequentes alterações climáticas.

Tendo em conta a dimensão do EU ETS, a sua abrangência, a sua estrutura política pluri- jurisdicional, o facto de ser a primeira tentativa de controlar estes gases em grande escala e de ser o primeiro a lidar com questões como a ligação entre diferentes programas domésticos de transacção de direitos de emissão, adquiriu o estatuto de uma grande experiência de política ambiental. Este confirmado, aliás, pelo facto de ser já em 2006 o maior mercado para o dióxido de carbono, quer em volume quer em valor, segundo Capoor e Ambrosi (2006).⁸ Embora todos pertencentes à União

⁶ Keohane *et al.* (1998), por exemplo, têm por objectivo, precisamente, procurar perceber e justificar as divergências registadas entre as indicações da economia normativa acerca da escolha dos instrumentos ambientais e o que acaba por ser feito na realidade. Ou seja, procuram compreender porque é que as escolhas políticas vão, nalguns casos, em sentido totalmente oposto ao que a teoria económica sugere. Para o efeito, desenvolvem um modelo para um “mercado político”, onde os produtos transaccionados são os instrumentos de política. Ainda que os próprios autores reconheçam que o seu modelo faz uma descrição incompleta e imperfeita do comportamento político, consideram vantajosa a representação das escolhas dos instrumentos de política (no seu caso específico, de política ambiental) em modelos deste tipo. Empresas, cidadãos particulares, grupos de interesse (associações ambientalistas, por exemplo), etc., constituem a procura neste mercado, sendo a oferta, determinada pelo regulador, feita com base nos custos associados à utilização de cada instrumento de política. Keohane *et al.* (1998) consideram que é da interacção entre a procura e oferta agregadas deste mercado que se encontra o equilíbrio relativamente ao apoio para a adopção de determinado instrumento de política.

⁷ Na União Europeia realizaram-se esforços, durante a década de 90, no sentido de introduzir um imposto sobre a energia e o carbono. Porém, a necessidade de aprovação unânime por parte de todos os Estados-membros para a introdução de novas medidas fiscais impediu o sucesso desta iniciativa. Actualmente, com uma UE ainda mais diversificada, após o alargamento aos países da Europa de Leste, consensos deste tipo são ainda menos prováveis. Portanto, esta é uma justificação para a não utilização de instrumentos de política ambiental do tipo preço, pelo menos no seio da União Europeia. Para ser possível avançar com uma política ambiental ao nível comunitário recorre-se a um instrumento do tipo quantidade como é o EU ETS, que não necessita de unanimidade entre os Estados-membros, como acontecia com o imposto.

⁸ Os relatórios do Banco Mundial produzidos por estes autores em anos posteriores confirmam o protagonismo do EU ETS, como o maior mercado do carbono ao nível mundial (Capoor e Ambrosi, 2008).

Europeia, os países participantes no EU ETS possuem características económicas e compromissos relativamente à política climática global muito diferenciados. Ellerman e Buchner (2007) consideram mesmo que a divisão clara entre Europa Ocidental e Europa de Leste é comparável à divisão do mundo entre Norte e Sul. Aliada esta semelhança ao facto de se constituir como um sistema de trocas entre nações soberanas, estes autores consideram o EU ETS como uma realidade impossível de ignorar em negociações para a determinação de um eventual regime climático ao nível global.⁹

2.2 – O PROTOCOLO DE QUIOTO

Devido ao cenário de alterações climáticas, que descrevemos no início do capítulo, as Nações Unidas criaram, em 1990, o *Intergovernmental Negotiating Committee* (INC), com o objectivo de dar início às negociações inter-governamentais para encontrar uma forma concertada de lidar com o problema. Em 1992, esse comité chegou a um acordo, o *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), que apresentou para assinatura pelos países interessados, na conferência das Nações Unidas, em Junho desse mesmo ano, no Rio de Janeiro. Esse acordo entrou em vigor em 1994 e foi já ratificado por quase 200 países, que se encontram anualmente¹⁰ para discutir, analisar e avaliar as melhores formas de lidar com as alterações climáticas globais. No terceiro desses encontros anuais (3ª COP), realizado em Quioto em 1997, foi elaborado um Protocolo (que foi designado precisamente de Protocolo de Quioto) cujo objectivo era fornecer um conjunto de princípios de acção para combate aos efeitos adversos das alterações climáticas. Apenas os países que assinaram o UNFCCC podiam fazer parte do Protocolo de Quioto, mas nem todos os que assinaram o primeiro, assinaram também o segundo.¹¹

O Protocolo de Quioto assenta nos mesmos princípios e objectivos que o

⁹ Existe, actualmente, um exemplo mais recente de mercado para a transacção de direitos de emissão de CO₂ entre Estados: o Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI), com arranque no início de 2009 e do qual fazem parte 10 Estados norte-americanos: Connecticut, Delaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Rhode Island, Vermont. O carácter pioneiro desta iniciativa advém do facto da maioria destes Estados ter optado pelo leilão para efectuar a distribuição inicial dos títulos de emissão de CO₂.

¹⁰ Nas designadas Conferências das Partes (ou COP- *Conference of the Parties*).

¹¹ Ver, por exemplo, a tabela das pgs. 21 e 22 de UNFCCC (2005), que elenca os países que assinaram a Convenção (UNFCCC) e mostra, dentro desses, aqueles que ratificaram o Protocolo de Quioto.

UNFCCC e utiliza os mesmos agrupamentos e classificações dos países.¹² A principal diferença está no compromisso de limitar as emissões poluentes para 38 países do Anexo I do UNFCCC (e também para a União Europeia no seu conjunto), que existe apenas a partir da assinatura do Protocolo de Quioto. Estabeleceram-se em Quioto compromissos quanto ao nível das emissões poluentes que os países desenvolvidos deveriam respeitar.¹³ O Anexo B do Protocolo de Quioto estabelece os limites quantitativos que aqueles países passariam a estar legalmente obrigados a cumprir, para o período de 2008-2012. Este limite é traduzido em “assigned amount units” (AAUs) que são atribuídas aos países e representam o máximo de emissões que podem realizar. Para os seis GEE incluídos no Anexo A deste mesmo Protocolo,¹⁴ no conjunto dos países envolvidos, pretendia-se atingir uma redução de 5% nas emissões face aos níveis registados em 1990.

No entanto, o Protocolo de Quioto só podia entrar em vigor se um número suficiente de países o assinasse, por forma a que ficassem abrangidas 55% das emissões de CO₂,^{15,16} face aos valores de 1990. Com a ratificação do acordo por parte da Rússia em 2004 tal tornou-se possível, permitindo que este entrasse em vigor em 16 de Fevereiro de 2005, mesmo sem a participação dos EUA e da Austrália (2 dos 38 países constantes no Anexo B).

O Protocolo de Quioto define as obrigações dos países do anexo B, os gases poluentes e os sectores ou fontes emissoras abrangidos, mas estabelece igualmente, no seu artigo 2º, recomendações quanto à adopção de políticas internas aos países, com o objectivo de reduzir as emissões poluentes e promover o desenvolvimento sustentável.

¹² Para uma descrição mais detalhada da história, evolução, compromissos assumidos, ou funcionamento destes acordos internacionais ver, por exemplo, UNFCCC (2005).

¹³ Também os países que se considerava estarem a atravessar um período de transição para a economia de mercado constavam do Anexo B do Protocolo de Quioto.

¹⁴ Dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorcarbonetos (HFC); perfluorcarbonetos (PFC); hexafluoreto de enxofre (SF₆).

¹⁵ Apesar do Protocolo de Quioto incluir seis GEE, as principais medidas de acção visam a redução das emissões de CO₂, por se estimar que este corresponde a cerca de 50% do efeito de aquecimento global proveniente das actividades humanas.

¹⁶ O estudo de Kets e Verweij (2005) debruça-se sobre as implicações da inclusão dos outros GEE que não apenas o CO₂ numa política climática global alternativa, cujo instrumento de política escolhido seria um imposto sobre as emissões. Kets e Verweij (2005) lembram que os restantes GEE, para além do CO₂, representam entre 10% a 40% das emissões dos GEE incluídos no Protocolo de Quioto e as fontes de emissões desses gases oferecem opções de redução a um baixo custo. Por outro lado, o comportamento dos sectores emissores de outros GEE que não o CO₂ é diferente dos sectores que emitem CO₂, o que indica que a inclusão dos primeiros pode alterar os impactos sectoriais da política ambiental (já que, por exemplo, enquanto que para a emissão de CO₂ o sector agrícola é irrelevante, para a emissão dos outros gases tem um papel importante). Obviamente, também os efeitos regionais serão diferentes com a inclusão dos restantes GEE pois as regiões diferem na disponibilidade que têm de opções de abatimento de baixo custo. Para todas as regiões analisadas, o abatimento dos GEE que não o CO₂ diminui os custos totais de abatimento, ainda que a dimensão dessa redução de custos varie entre regiões. Por exemplo, para a Ex-URSS a quota de GEE que não o CO₂ nas reduções totais das emissões é elevada mesmo para preços de emissões elevados, devido ao grande potencial aí existente para a redução das mesmas através de alterações tecnológicas induzidas e da existência de importantes interacções entre os diferentes gases. Já para a UE-15, a quota de GEE, que não o CO₂, no volume total de reduções é modesta e diminui rapidamente para preços mais elevados. Em geral, os efeitos regionais sobre o PIB per capita da inclusão dos GEE que não o CO₂ são reduzidos, apesar dos custos marginais de abatimento diminuírem assim como o peso suportado anteriormente por sectores como o energético.

Algumas das medidas e políticas sugeridas na alínea a) do n° 1 do artigo 2° do Protocolo de Quioto são: melhoria da eficiência energética dos sectores mais relevantes para a economia; protecção e promoção de formas de agricultura sustentáveis; promoção das energias renováveis; remoção de subsídios ou isenções fiscais a sectores poluentes; etc.

Por outro lado, para além de ter sido o primeiro acordo internacional a conseguir que Estados soberanos ficassem legalmente obrigados ao cumprimento de objectivos ambientais, o Protocolo de Quioto trouxe também novidades quanto ao leque de instrumentos que prevê e disponibiliza para os atingir. Entre estes encontram-se a criação de um mercado internacional para a transacção de direitos de emissão poluentes, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (CDM – *Clean Development Mechanism*) e a Implementação Conjunta (JI- *Joint Implementation*¹⁷). Estes são, porém, mecanismos suplementares às medidas e esforços internos exigidos aos países signatários do Protocolo.

Ainda que não defina as regras para estas transacções, o artigo 17° do Protocolo de Quioto prevê a possibilidade de países com AAUs em excesso, venderem os excedentes a países deficitários. No entanto, como referiremos mais à frente, só em 2001, com os Acordos de Marraquexe, se definiram as regras necessárias para a efectiva criação de um mercado internacional de direitos de emissão.

O CDM prevê a possibilidade dos países do Anexo B do Protocolo de Quioto (logo, também pertencentes ao Anexo I do UNFCCC) realizarem investimentos em projectos com tecnologias menos poluentes em países em desenvolvimento (países não pertencentes ao Anexo I do UNFCCC). Dessa forma, para além de implementarem projectos que contribuem para o desenvolvimento sustentável dos países que os recebem, os países do anexo B que efectuem esses investimentos geram créditos de redução de emissões que podem usar para ajudar a cumprir os seus compromissos quanto ao limite das emissões.

Por seu lado, a Implementação Conjunta (JI) permite aos países do Anexo B (logo, também do Anexo I) a implementação de projectos com vista à redução de emissões poluentes noutros países também do Anexo I. As unidades de redução de emissões obtidas dessa forma podem igualmente ser usadas para o cumprimento interno dos seus objectivos.¹⁸

¹⁷ Termo pelo qual ficou conhecido e é habitualmente referido o mecanismo previsto no artigo 6° do Protocolo de Quioto, apesar de neste nunca aparecer a designação *Joint Implementation*.

¹⁸ Para uma descrição das principais diferenças e semelhanças entre os mercados de direitos de emissão e os mecanismos baseados

Estes mecanismos foram criados com o objectivo de ajudar os países a cumprirem os limites estabelecidos pelo Protocolo de Quioto, de uma forma não apenas efectiva do ponto de vista ambiental, mas também eficiente do ponto de vista económico.¹⁹ A lógica subjacente aos mesmos é a de que é de importância secundária, para o ambiente global, o local onde a redução das emissões ocorre.²⁰ Ou seja, o importante é que se verifique reduções reais de emissões.

No entanto, convém salientar que os mecanismos baseados em projectos, como é o caso do CDM e JI, por si só, não conseguem garantir a obtenção de um qualquer objectivo em termos de limites de emissões de GEE, pois a participação nos mesmos é voluntária e dependerá da procura pelos créditos gerados. Esta é, aliás, uma diferença essencial entre estes instrumentos e o mercado para transacção de direitos de emissão: este último gera simultaneamente procura e oferta por unidades de emissão e os primeiros geram apenas a oferta de créditos. Daí a necessidade de serem combinados com outros instrumentos, não fazendo sentido a sua existência por si só.

No entanto, o protocolo de Quioto não especificava os detalhes de funcionamento destes mecanismos, pelo que se sentiu necessidade de debater estes aspectos nas COP que se seguiram a Quioto. Apenas em 2001, na 7ª COP realizada em Marraquexe, foi possível chegar a um acordo sobre regras mais detalhadas para o Protocolo de Quioto e sua implementação (“Acordos de Marraquexe”).

Em relação aos três mecanismos acima referidos ficou, por exemplo, definido que o seu uso teria de ser suplementar às acções domésticas de cada país, já que estas deveriam constituir o elemento mais importante dos seus esforços para cumprir os objectivos definidos.

em projectos (como o CDM e JI) consultar, por exemplo, Bygrave e Bosi (2004). Estes autores agrupam-nas em quatro vertentes: 1) eficácia ambiental; 2) eficiência económica; 3) exigências institucionais; e 4) amplitude da cobertura do sistema em termos de fontes de emissão. Por nenhum dos três mecanismos analisados ser superior nas quatro vertentes consideradas, Bygrave e Bosi (2004) concluem não existir uma vantagem absoluta de nenhum deles face aos restantes.

¹⁹ Stevens e Rose (2002), através de um modelo de simulação, avaliam as potencialidades destes mecanismos flexíveis – CDM e JI - para a redução dos custos de abatimento, bem como o eventual aumento de custos causados por restrições adicionais, como a da suplementaridade. Para o efeito, desenvolvem um modelo dinâmico geral para o comércio de emissões de GEE, sujeito a restrições quanto ao volume de transacções. Dos resultados obtidos, Stevens e Rose (2002) concluem que os maiores ganhos de eficiência que se obtêm com o sistema de transacção de títulos de emissão são conseguidos com a transacção ilimitada de títulos, sem restrições, entre os países do Anexo B. Por outro lado, a utilização das opções mais baratas para a redução de emissões poluentes, através do mecanismo flexível CDM permite a obtenção de ganhos adicionais, de acordo com estes autores. Daí que desaconselhem a colocação de restrições ao volume de compras e vendas anuais dos títulos de emissão provenientes dos países em vias de desenvolvimento, pois tal diminuiria o potencial de redução de custos de abatimento deste mecanismo flexível.

²⁰ No entanto, para as empresas, a localização dos investimentos não é indiferente. Os projectos previstos nos mecanismos CDM e JI constituem investimento directo estrangeiro pelo que, como salienta Springer (2003), têm associados os riscos habituais a qualquer outro tipo de investimento directo estrangeiro. Este autor adianta que são investimentos que podem até considerar-se mais arriscados, devido à frequente utilização de novas tecnologias e à incerteza da envolvente regulamentar. Springer (2003) elege a estratégia de diversificação de portfolio como forma de redução do risco dos projectos JI e CDM. Projectos em diferentes regiões geográficas, diversificam, por exemplo, o risco político; diversificar o sector industrial a que o projecto pertence, reduz os riscos económicos; a participação num fundo para o carbono pode ainda diversificar relativamente aos gases envolvidos (diferentes gases tendem a ter origem em diferentes fontes e a diferir no seu potencial para as alterações climáticas).

Já no que respeita às regras de funcionamento do mercado internacional para transacção de direitos de emissão de CO₂, e especificamente quanto ao cumprimento dos limites aí estabelecidos, os Acordos de Marraquexe definem quatro pontos essenciais. Primeiro, permite-se que os títulos de emissão atribuídos a um país para um determinado período, e que não sejam usados, permaneçam válidos e possam ser utilizados em períodos posteriores (poupança ou *banking*, de títulos permitido). Segundo, por cada direito de emissão em falta num determinado período, é retirado ao país deficitário 1.3 títulos no período seguinte (ou seja, penalizam-se os empréstimos, ou *borrowing*, de títulos de acordo com esta taxa). Terceiro, obriga-se a que os países envolvidos no mercado mantenham de reserva quotas referentes a pelo menos 90% do montante atribuído, ou 100% do inventário mais recente das emissões, consoante o valor mais baixo. Por último, estipula-se que os países que contraem empréstimos de títulos num período sejam impedidos de vender títulos no período seguinte, até que voltem a encontrar-se em cumprimento.²¹

O debate, questões e dúvidas sobre os potenciais resultados e até mesmo sobre os objectivos a que se propõe o Protocolo de Quioto, são diversos. Chapman (2000), por exemplo, considera que, apesar de importante ao nível global, o Protocolo de Quioto não é relevante nem para o crescimento das emissões nem para a acumulação de CO₂ na atmosfera. A razão apontada pelo autor é de que limita o crescimento das emissões dos GEE em países onde essas mesmas emissões já não se encontram a crescer (os países desenvolvidos), não incluindo aqueles onde efectivamente esse crescimento é grande (países em desenvolvimento). Quando verificamos que, em 2007, a China ultrapassa os EUA e se torna o maior emissor mundial de CO₂, a visão de Chapman (2000) parece fazer todo o sentido. Com países em desenvolvimento, como a China, a Índia ou o Brasil, sem um compromisso vinculativo no Protocolo de Quioto para diminuir o crescimento das suas emissões, a eficácia de um acordo internacional deste tipo fica, à partida, bastante limitada.

Aldy *et al.* (2003) corroboram esta visão acerca do Protocolo de Quioto, considerando que “vai muito depressa para conseguir muito pouco”. Estes autores apontam-no mesmo como um exemplo da habitual dificuldade em conciliar os objectivos de equidade e eficiência aquando da implementação de políticas económicas,

²¹ Godal e Klaassen (2006) concluem que, ainda que não possam considerar-se as regras ideais ou totalmente eficientes, este regime estabelecido nos Acordos de Marraquexe serve, no essencial, o propósito de garantir o cumprimento dos limites de emissão estabelecidos com Quioto.

neste caso ambientais. Ou seja, se a não inclusão dos países em desenvolvimento no anexo B do Protocolo de Quioto visa atingir a equidade, impede, por seu lado, que o combate às alterações climáticas seja feito da forma mais eficiente possível.

Por outro lado, Aldy *et al.* (2003) destacam ainda o facto de, por ser um acordo estabelecido entre Estados soberanos, existir um deficiente esquema de incentivos à participação e cumprimento dos objectivos ambientais pretendidos. Barret e Stavins (2003) debruçam-se precisamente sobre este problema, analisando os diferentes incentivos possíveis para o cumprimento de acordos internacionais, apesar de não terem conseguido apontar uma solução totalmente eficaz.

Apesar das suas limitações, o Protocolo de Quioto é um primeiro passo muito importante na demonstração de vontade da comunidade política internacional para o combate às alterações climáticas globais. Chapman (2000) reconhece isso mesmo, considerando que, com base no aumento do conhecimento económico, técnico e científico sobre esta matéria, o Protocolo de Quioto poderá ser usado para as necessárias respostas nacionais e globais ao problema das alterações climáticas.

No entanto, a discussão actual, centra-se já na agenda pós- Quioto, ou seja, pós-2012.²² Trata-se de um processo sobretudo político, que não cabe aqui tratar, mas que exige a nossa atenção dada a importância das decisões daí resultantes para o futuro do ambiente do nosso planeta.

2.3 - O MERCADO EUROPEU PARA A TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO₂

O Protocolo de Quioto foi assinado não só pelos países da União Europeia (UE), individualmente, mas também pela União Europeia, na altura a 15, que se comprometeu com um objectivo global, para o conjunto dos seus Estados membros. A UE assumiu o compromisso, ainda mais ambicioso que o fixado no Protocolo de Quioto, de reduzir em 8%, face aos valores de 1990, o nível global de emissões dos seis GEE constantes no Anexo A desse mesmo protocolo.

No entanto, ainda que tenha assumido este compromisso para o conjunto dos

²² Os estudos técnicos e discussões sobre esta temática são vários e continuam constantemente a ser realizados. Ver, por exemplo, o relatório final de Blok *et al.* (2005) sobre o assunto, encomendado pela União Europeia.

seus Estados membros, a UE tornou claro que a redução em causa não seria exigida de forma idêntica a todos eles. O designado Acordo de Partilha de Responsabilidades (BSA – *Burden Sharing Agreement*) reafecta o objectivo de redução de 8% das emissões totais de GEE na UE, de forma diferenciada e razoável entre os Estados membros. Isto é, toma em consideração o facto de estes terem realidades nacionais muito distintas relativamente a aspectos tão importantes como a composição da produção de energia ou a importância relativa das indústrias intensivas em energia para as exportações dos países. A partir daqui justifica-se então o esforço a exigir a cada Estado membro, estabelecendo-se diferentes níveis de exigência quanto à redução de emissões a atingir, com o objectivo de proporcionar uma solução equitativa. Aos países com economias menos desenvolvidas permite-se um aumento nas emissões enquanto os países com economias mais desenvolvidas aceitam diminuições nos seus limites de emissões. No anexo 1 da COM(1999)230 de 19 de Maio de 1999 são apresentados os valores referentes aos respectivos esforços de redução dos GEE na Europa dos 15, conforme discriminamos na tabela abaixo:

Tabela 2.1 – Partilha de Encargos (UE-15)

	Partilha de encargos (%)	Quota das emissões da UE em 1990 (%)
Áustria	-13	1,7
Bélgica	-7,5	3,2
Dinamarca	-21	1,7
Finlândia	0	1,7
França	0	14,7
Alemanha	-21	27,7
Grécia	+25	2,4
Irlanda	+13	1,3
Itália	-6,5	12,5
Luxemburgo	-28	0,3
Países Baixos	-6	4,8
Portugal	+27	1,6
Espanha	+15	7,0
Suécia	+4	1,6
Reino Unido	-12,5	17,9
Total U.E.	-8	100

Como se pode constatar na tabela 2.1, ainda que globalmente a UE se tenha comprometido com uma redução em 8% relativamente ao nível de 1990, para o período de 2008-2012, exige, por exemplo, uma diminuição de 28% das emissões ao Luxemburgo, enquanto permite um aumento de 27% das emissões de Portugal.

Para além de fixar os compromissos e obrigatoriedade de redução das emissões poluentes, com vista a procurar cumprir o estabelecido no Protocolo de Quioto, a UE procurou definir um conjunto de medidas e políticas com o objectivo de minimizar os custos a suportar pelos Estados membros. Entre elas, surge a ideia da criação de um mercado para a transacção de emissões de CO₂. A discussão e debate acerca desta ideia resultaram, em 2000, na publicação do “Livro Verde sobre a transacção de direitos de emissão de gases com efeitos de estufa na União Europeia” (COM(2000) 87 final de 8.3.2000), que explicava a forma de funcionamento deste instrumento de política. Depois de diversas versões provisórias e discussão sobre a matéria, a criação do EU ETS é legalmente instituída em 2003, através da Directiva 2003/87/CE (EU ETS – *European Union Emissions Trading Scheme*). Tal como acontecia no Protocolo de Quioto, que incluía a transacção internacional de direitos de emissão como um dos mecanismos flexíveis previstos, a UE aponta este como sendo o mais eficiente em termos de custos para a obtenção de um qualquer objectivo ambiental, devido à sua grande flexibilidade:

A presente directiva cria um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade, a seguir designado “regime comunitário”, a fim de promover a redução das emissões de gases com efeito de estufa em condições que ofereçam uma boa relação custo-eficácia e sejam economicamente eficientes.

Artigo 1º da Directiva 2003/87/EC, Jornal Oficial da União Europeia de 25/10/2003

A opção por este instrumento de política deve-se, portanto, ao facto de ser considerado crucial para ajudar os Estados-membros a cumprirem os seus limites ambientais, estipulados pelo BSA, ao menor custo possível.²³ Isto é, por permitir atingir o objectivo ambiental pretendido da forma mais eficiente, mesmo quando existe

²³ Com base num modelo de equilíbrio geral, Kemfert *et al.* (2005) concluíram existir ganhos de eficiência com a implementação do EU ETS para todos os países, mas salientaram também o facto de algumas regiões serem afectadas por efeitos adversos nos seus termos de troca. Estes efeitos negativos podem mesmo resultar em perdas líquidas de bem-estar social para essas regiões, dependendo grandemente da distribuição inicial da responsabilidade da redução das emissões entre diferentes sectores e diferentes regiões. Daí que Kemfert *et al.* (2005) salientem a necessidade de uma ainda maior atenção à distribuição inicial da responsabilidade atribuída a cada região para a redução das emissões (*Burden Sharing Agreement*), por forma a evitar esta distribuição desigual dos benefícios líquidos totais.

variabilidade económica, ou emissões ou custos de abatimento diferentes dos previstos.

Por outro lado, a Comissão Europeia entendeu que a melhor forma de se preparar para a transacção internacional de direitos de emissão, prevista para 2008, pelo Protocolo de Quioto, era avançar ainda antes para a sua própria experiência. Por isso, a Directiva 2003/87/EC determinou que este mercado tivesse uma fase de teste, ou experimental, com início em Janeiro de 2005 e término em Dezembro de 2007. Eram vários os objectivos que se pretendia atingir com esta fase, nomeadamente:

- i) que os agentes ganhassem experiência na transacção deste tipo de títulos;
- ii) iniciar-se o processo de descoberta de preços;
- iii) obter informação adicional acerca de detalhes relacionados com a instituição de mercado mais apropriada (no que respeita, por exemplo, ao método de distribuição inicial de títulos);
- iv) ou mesmo ter a possibilidade de ir desenvolvendo as instituições adequadas à regulação deste mercado.²⁴

O mercado europeu, porém, apresenta várias diferenças face ao mercado para a transacção internacional de direitos de emissão previsto pelo Protocolo de Quioto. Nomeadamente, contempla a transacção de títulos entre agentes individuais dos 27 Estados-membros, correspondendo a milhares de instalações, enquanto o Protocolo de Quioto prevê a transacção entre os países que assinaram o acordo. Esta diferença apenas implica uma enorme discrepância entre o número de participantes em cada um dos mercados, com consequências sobre o funcionamento dos mesmos, bem como sobre as regras mais adequadas para gerir cada um.

Obviamente, para além dos quatro objectivos acima apontados para o arranque do EU ETS em 2005, a Comissão Europeia pretendia regular as emissões de GEE das instalações dos seus Estados-membros. Os 5 anos de compromisso com o protocolo de Quioto, entre 2008 e 2012, correspondem à 2ª fase prevista pela Directiva 2003/87/EC, considerada o momento de arranque efectivo do EU ETS.

²⁴ Laffont e Tirole (1994) justificavam o reduzido número de transacções iniciais de direitos de emissão de SO₂ registado no mercado americano devido à existência de dois tipos de incerteza: incerteza relacionada com o mercado e incerteza relacionada com a regulamentação ambiental. Ou seja, por ser um mercado recente, era natural que as empresas adiassem a sua participação no mesmo, esperando assim obter mais informação sobre a sua forma de funcionamento. Também no que respeitava à própria regulamentação ambiental, as empresas tinham necessidade de conhecer melhor a forma de distribuição de direitos de emissão que o regulador pretendia utilizar no futuro e as suas implicações sobre o preço desses mesmos direitos. Sendo normal, portanto, que numa fase inicial o mercado não atinja os resultados mais eficientes, esta 1ª fase do mercado europeu para transacção de CO₂, considerada experimental, faz todo o sentido como período de adequação e “treino” das empresas perante um novo tipo de regulação.

2.3.1 – As regras de funcionamento do EU ETS

Naturalmente, sendo criado pela Directiva 2003/87/EC, as regras de funcionamento do EU ETS são definidas pela mesma. Por esse motivo, a análise e compreensão deste mercado passa, obrigatoriamente, pela análise dos seus principais artigos.

A Directiva 2003/87/EC²⁵ define, no seu artigo 3º, licença de emissão como o direito de emitir uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) ou de qualquer outro gás com efeito de estufa de efeito equivalente, durante um determinado período.²⁶ Esses outros gases com efeito de estufa são os enumerados no anexo II da Directiva, e coincidem com os gases abrangidos pelo Protocolo de Quioto (discriminados na nota de rodapé nº 14).

Desde 1 de Janeiro de 2005, às instalações cuja actividade seja uma das enunciadas no anexo I da Directiva, e que, portanto, emitem os gases com efeito de estufa especificados relativamente a essa actividade, é exigida a posse de uma licença emitida para esse efeito pelas autoridades competentes. Na fase inicial do mercado, os sectores que a Directiva 2003/87/EC inclui são os que dizem respeito às seguintes actividades:

- energia;
- produção e transformação de metais ferrosos;
- indústria mineral;
- outras actividades (pasta de papel e papel e cartão).

Porém, nem todas as instalações destes sectores são abrangidas pelo EU ETS. O principal critério adoptado para a sua identificação foi o da dimensão, ou seja, a sua capacidade produtiva e respectivas emissões poluentes (igualmente constantes do anexo I). As instalações abrangidas pela Directiva devem efectuar os seus pedidos de licença de emissão, fornecendo a seguinte informação (artigo 5º da Directiva 2003/87/EC):

- Descrição da instalação, das suas actividades e tecnologias actuais.
- Descrever os materiais passíveis de emitir os gases com efeito de estufa abrangidos pela directiva.
- Elencar as fontes de emissão dos referidos gases.
- Descrever as medidas previstas para a monitorização e comunicação às

²⁵ Cujá síntese se pode encontrar no link <http://europa.eu/scadplus/leg/pt/lvb/l28012.htm>, e serve de base para a descrição que fazemos de alguns dos detalhes de funcionamento do EU ETS.

²⁶ Relembre-se, porém, que, tal como destacamos de imediato no capítulo 1 do trabalho, usamos indistintamente a designação licenças, títulos ou direitos de emissão, para o mesmo conceito.

entidades competentes.

Depois de efectuado o pedido, de acordo com os procedimentos descritos, este é analisado pela autoridade competente, que decide a atribuição, ou não, de licenças de emissão. Para esse parecer é determinante que o operador da instalação prove ser capaz de monitorizar e comunicar as suas emissões. A atribuição de uma licença pode abranger diversas instalações exploradas no mesmo local pelo mesmo operador, e inclui os seguintes elementos (artigo 6º):

- Nome e endereço do operador.
- Descrição das actividades e emissões da instalação.
- Metodologia e frequência do exercício de monitorização.
- Regras de comunicação das emissões.
- A obrigação de devolver, no decurso dos primeiros quatro meses de cada ano, as licenças correspondentes às emissões totais do ano anterior.

A gestão das licenças de emissão por parte de cada Estado-membro é feita de acordo com um Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão (PNALE). Como as actividades não contempladas pela Directiva 2003/87/EC têm de ser abrangidas por outro tipo de regulamentação ambiental nacional, a primeira decisão a tomar diz respeito, precisamente, à parte do seu limite de emissões poluentes, assumido no BSA, que vai ser afecto aos sectores incluídos no EU ETS. De acordo com a Directiva 2003/87/EC, esta é uma decisão da responsabilidade de cada Estado-membro, em relação à qual não existe, portanto, uma harmonização comunitária. Cada Estado-membro define no seu PNALE os limites de emissões para os sectores de actividade inscritos no anexo I da Directiva, ainda que sujeito à aprovação da Comissão Europeia.²⁷ Como define o artigo 9º da Directiva 2003/87/EC, esse plano tem de basear-se em critérios objectivos e transparentes, inscritos no anexo III da referida Directiva, e indicar a quantidade total de licenças que o Estado-membro tenciona atribuir no período definido, e respectiva forma de atribuição a cada instalação. É de salientar, que a Directiva 2003/87/EC define a distribuição gratuita – *grandfathering* - como regra a ser

²⁷ A inexistência de dados sobre as emissões das empresas tornou impraticável a afectação dos direitos de emissão com base no ano de 1990, como recomendado pelo Protocolo de Quioto. Por outro lado, sem uma autoridade legal capaz de recolher os dados necessários, a implementação do EU ETS num curto espaço de tempo, apenas foi possível devido à informação fornecida pelas próprias empresas que voluntariamente realizaram o esforço de efectuar as medições das emissões. Ainda que não se tenham verificado casos significativos de informações falsas, o facto da afectação inicial das licenças de emissão entre as instalações abrangidas depender desta informação, parece ter causado uma sobre-valorização dos dados fornecidos, como referem Ellerman e Buchner (2007).

adoptada por cada Estado-membro para a distribuição inicial das licenças de emissão de CO₂. Porém, prevê ainda a possibilidade de serem leiloados 5% dos direitos de emissão de CO₂ na 1ª fase (2005-2008) e 10% na 2ª (2008-2012).

Este primeiro passo que os Estados-membros têm de dar constitui uma decisão política importante e sujeita a várias pressões, sobretudo devido ao receio acerca das implicações para a competitividade desses sectores dentro da própria EU, mas também ao nível internacional. A este respeito, Reinaud (2005) conclui que o acréscimo de custos enfrentado pelas empresas inseridas no EU ETS é reduzido e pouco significativo, tendo em conta a regra adoptada para a distribuição inicial dos direitos de emissão (*grandfathering*, maioritariamente). Klepper e Peterson (2004) salientam, por seu lado, que os impactos na competitividade das empresas inseridas no EU ETS não devem ser considerados de *per se*, pois os acréscimos de custos advêm do compromisso ambiental assumido no Protocolo de Quioto e não do instrumento de política adoptado. Ou seja, estes autores lembram que se trata apenas de um meio para atingir o objectivo aí definido, escolhido precisamente por ser o que se prevê consegui-lo ao menor custo.

A maioria dos Estados-membros deixou claro no respectivo PNALE, que o sector mais afectado pela escassez de licenças de emissão seria o sector eléctrico, precisamente por não estar exposto a concorrência extra-comunitária. Desta forma, todas as instalações deste sector poderiam transmitir os custos de abatimento aos consumidores finais, ao contrário do que acontecia com as restantes indústrias que competiam no mercado mundial. Para além desta justificação, Ellerman e Buchner (2007) apontam ainda o facto de se considerar que o abatimento das emissões é mais barato nas instalações eléctricas do que nos restantes sectores, pelo a quantidade de licenças de emissão a distribuir pelos Estados-membros a este sector, é menor.

É igualmente da responsabilidade dos Estados-Membros assegurarem a livre circulação das licenças na Comunidade Europeia, como estabelece o artigo 12º. O nº 3 do mesmo artigo estabelece a obrigatoriedade de, o mais tardar em 30 de Abril de cada ano, os operadores das instalações devolverem o número de licenças correspondente ao total das suas emissões no decurso do ano anterior, para posterior anulação. Para o efeito, é necessário que no final de cada ano civil, os operadores das instalações informem as entidades responsáveis acerca dos seus níveis efectivos de emissões. Essas informações devem respeitar, como define o artigo 14º, os critérios para a monitorização e a comunicação de informações relativas a emissões, cujos princípios

são estabelecidos no anexo IV da Directiva.²⁸ Obviamente, a verificação da conformidade das informações fornecidas pelos operadores é da responsabilidade de cada Estado-membro. Se, como estabelece o artigo 15º, o relatório apresentado por algum operador for considerado não satisfatório, este fica impedido de transferir licenças de emissão até que a sua declaração seja considerada satisfatória.

Ainda que estes aspectos sobre o funcionamento do EU ETS estivessem a cargo de cada Estado-membro – afectação inicial dos direitos de emissão e garantia de livre transacção dos mesmos -, a Comissão Europeia desempenha um papel decisivo para o seu sucesso. Ellerman e Buchner (2007) classificam o seu papel como “educador e facilitador” das decisões dos Estados-membros e realçam a sua importância como garante da escassez dos direitos de emissão e da livre transacção dos mesmos. A escassez das licenças era assegurada através da revisão dos PNALE’s dos Estados-membros por parte da Comissão Europeia no que respeita ao número total de direitos de emissão, obrigando à sua redução, sempre que necessário, para que estes nunca ultrapassassem as emissões BAU (Business-As-Usual) ou impedissem a obtenção dos compromissos assumidos pelo Estado-membro no Protocolo de Quioto ou no BSA, para o período de 2008-2012.²⁹ A efectiva transacção de licenças era igualmente garantida pela Comissão Europeia que rejeitava as provisões, incluídas nos PNALE’s dos Estados-membros, para o seu ajustamento ex-post com base no desempenho do período de regulamentação.

No que respeita à possibilidade de utilização na 2ª fase do EU ETS de licenças emitidas para a 1ª fase que não tenham sido entregues e anuladas, a Directiva 2003/87/EC, no seu artigo 13º, deixa ao critério de cada país a decisão de o permitir, ou não. Isto é, no PNALE de cada Estado-membro tem de ficar definida a autorização, ou não, de poupança de licenças destinadas à 1ª fase do mercado para uso posterior, na fase com início a 1 de Janeiro de 2008. A opção generalizada dos Estados membros em relação a este aspecto foi a de não permitir o *banking* de licenças da 1ª para a 2ª fase do mercado. No entanto, o mesmo artigo 13º estabelece que os direitos de emissão podem ser usados em qualquer ano dentro de cada um os períodos (ou fases) definidos, o que significa que o *banking* de títulos era permitido dentro da 1ª fase. No nº 3 do artigo 13º fica estabelecida a obrigatoriedade de autorização do *banking* das licenças de emissão

²⁸ Complementado pela Decisão 2004/156/CE que, por sua vez, foi substituída pela Decisão 2007/589/CE.

²⁹ Os países da UE-15 tinham compromissos assumidos no Protocolo de Quioto e no BSA, o mesmo não acontecendo com os novos Estados-membros da Europa de Leste. Portanto, o critério subjacente à aprovação do PNALE desses países, por parte da Comissão Europeia, consistia na verificação de que a sua afectação total era uma estimativa razoável das emissões BAU estimadas.

em qualquer período posterior ao segundo (2008-2012). Pelo contrário, em relação à possibilidade de *borrowing* das licenças de emissão, nada é referido de forma explícita na Directiva 2003/87/EC. No entanto, apesar dos períodos de controlo serem anuais, o esquema estabelecido incorpora uma forma de *borrowing* de títulos dentro de cada fase do mercado, pois os títulos são distribuídos pelas empresas de forma *ex-ante* (no início de cada ano civil) sendo a verificação do cumprimento determinada *ex-post* (até 4 meses depois de ter terminado o ano civil). Ou seja, na altura de se verificar o cumprimento ou não da empresa, esta tem em sua posse quer as licenças desse ano quer as do ano anterior. Se necessitar, para garantir o cumprimento das suas obrigações, pode portanto socorrer-se do *borrowing* de licenças de períodos posteriores. Este facto foi analisado por Blyth e Bosi (2004) que explicam que, se por um lado, a empresa tem incentivos para gerir a quantidade total de títulos atribuída para o período, este *borrowing* efectivo pode reduzir a sua necessidade de efectuar transacções no mercado nos anos intermédios de cada fase, reduzindo assim a liquidez do mercado. Como referem estes autores, esta é, porém, uma diferença entre o desenho pretendido para o mercado e o seu efectivo funcionamento. Blyth e Bosi (2004) concluem que uma simples alteração das datas para a distribuição, entrega e anulação das licenças de emissão de CO₂ solucionaria esta lacuna da Directiva.

O artigo 16º da Directiva 2003/87/EC estabelece as sanções a que ficam sujeitos os operadores cujo nível efectivo de emissões de determinado ano, ultrapasse as licenças que possui. Ou seja, se no máximo até 30 de Abril, não restituir um número de licenças equivalente às suas emissões referentes ao ano anterior, deverá pagar uma multa, para além de permanecer obrigado a devolver o número de licenças de emissão equivalente às suas emissões excedentárias. O valor estabelecido para a multa é de 100 euros por tonelada de equivalente dióxido de carbono emitida e para a qual a empresa não tenha devolvido licença. Porém, na 1ª fase do mercado, com início em 1 de Janeiro de 2005 o valor da multa a aplicar é mais baixo: 40 euros por tonelada de equivalente dióxido de carbono excedentária.

Para ser possível um acompanhamento da concessão, detenção, transferência e anulação de licenças de emissão, o artigo 19º da Directiva estabelece que os Estados-membros devem criar um sistema de registos sob a forma de base de dados electrónica. Estes registos servem ainda para garantir o acesso dos cidadãos à informação, salvaguardando a confidencialidade e o cumprimento das disposições do

Protocolo de Quioto. O nº 2 deste artigo explicita a possibilidade da transacção destas licenças ser feita por qualquer cidadão que queira participar no mercado, e não necessariamente apenas as empresas cuja actividade é abrangida pela presente Directiva. Para o efeito apenas têm de respeitar os procedimentos estipulados para o registo de dados, o que implica a abertura de uma conta de operador no registo nacional de transacção de emissões.

É designado pela Comissão Europeia, de acordo com o artigo 20º da Directiva, um administrador central, que mantém um diário independente no qual são registadas a concessão, a transferência e a anulação de licenças de emissão ao nível comunitário. O administrador controla automaticamente as transacções de licenças³⁰ e, em caso de identificar irregularidades, interrompe-as até serem corrigidas as referidas anomalias.

Anualmente, os Estados-Membros têm de enviar à Comissão Europeia um relatório sobre a aplicação da Directiva 2003/87/EC, conforme o seu artigo 21º. Com base nesses mesmos relatórios, é a própria Comissão que publica um relatório anual sobre a aplicação da Directiva.

Tendo por objectivo, sobretudo, regular a interligação entre o EU ETS e os mecanismos flexíveis previstos no protocolo de Quioto, CDM e JI, surge posteriormente a Directiva 2004/101/EC, que completa e altera, em partes, a Directiva 2003/87/EC. Este é um aspecto importante por poder influenciar os custos de abatimento suportados pelas empresas e Estados membros para cumprirem os limites de emissão estabelecidos. Ou seja, os operadores passam a poder utilizar estes dois mecanismos no quadro do regime de comércio de licenças, para cumprirem as suas obrigações. Por conseguinte, espera-se que as instalações abrangidas pelo EU ETS tenham uma redução dos custos de adaptação e cumprimento (como estabelece o próprio artigo 3º). Ainda antes da entrada em vigor do EU ETS, Criqui e Kitous (2003), por exemplo, analisam os efeitos da obtenção de créditos a partir dos mecanismos CDM e JI sobre os custos marginais e totais do programa de redução de emissões poluentes da UE, e concluem que estes diminuem. Criqui e Kitous (2003) salientam, porém, que o montante de créditos obtidos através dos projectos JI e CDM por parte dos países da UE, bem como a magnitude da poupança de custos e o impacto sobre o preço dos títulos de emissão no mercado europeu do carbono, dependem, essencialmente, da concorrência que os sectores europeus participantes no EU ETS enfrentem na procura pelos créditos provenientes

³⁰ Através do *Community Independent Transaction Log* (CITL).

desses projectos - quer por parte dos próprios Estados membros, quer por parte de países fora da EU.³¹ Sobretudo no período pós-2008, as instalações inseridas no EU ETS terão de concorrer pela obtenção de créditos de redução de emissões com os governos de todo o mundo, que também os procuram para conseguirem cumprir os compromissos assumidos no Protocolo de Quioto. De qualquer forma, as estimativas oficiais anunciadas pela Comissão Europeia³² apontam, para o período de 2008-2012, uma redução superior a 20% dos custos anuais de conformidade de todas as instalações da União Europeia a 27.

A Directiva 2004/101/EC reconhece a validade dos créditos obtidos a partir dos mecanismos JI e CDM, em paralelo com as licenças de emissão, à excepção dos que decorrem da utilização dos solos, da sua reafecção e da silvicultura. Define-se assim que:

- i) um crédito de redução de emissão corresponde a uma licença de emissão de CO₂ no EU ETS;
- ii) os créditos obtidos a partir de projectos JI assumem a designação de “unidades de redução de emissões” (URE) e os créditos obtidos a partir de projectos CDM, “reduções certificadas de emissões” (RCE).
- iii) o limite de créditos que as empresas inseridas no EU ETS podem utilizar é estabelecido por cada Estado-Membro, tendo estes que respeitar, no entanto, a regra da complementaridade (i.e, mais de metade das reduções de emissões têm de ser realizadas internamente);
- iv) não podem ser utilizados créditos de redução de emissões gerados em instalações nucleares;
- v) estes créditos não devem resultar de projectos realizados dentro da UE, e que também tenham originado uma redução das emissões das instalações abrangidas pela Directiva 2003/87/EC, a não ser que o número de licenças de emissão correspondentes sejam entregues e canceladas pelas entidades

³¹ Apesar da ligação entre os diferentes tipos de esquemas alargar as opções para o cumprimento das restrições ambientais e, consequentemente, permitir uma redução de custos, levanta também várias questões relacionadas quer com a eficiência económica quer ambiental daí resultante. Bygrave e Bosi (2004) tratam de uma forma bastante exaustiva os problemas que geralmente se colocam na ligação entre os mecanismos flexíveis previstos por Quioto e um qualquer mercado de direitos de emissão nacional. Destacam, sobretudo, o seguinte: i) possibilidade de dupla contabilização das reduções das emissões; ii) necessidade de certificação dos créditos gerados pelos projectos para utilização nos mercados de direitos de emissão; iii) validade dos dados e medições das emissões base e respectivas reduções dos projectos; iv) necessidade de garantir que as reduções de emissões conseguidas com os projectos contribuem efectivamente para o objectivo ambiental fixado. Bygrave e Bosi (2004) analisam a título de exemplo a Directiva 2004/101/EC – *Directiva de Ligação* – e as soluções encontradas pela Comissão Europeia para dar resposta às questões referidas. Uma análise ainda mais detalhada sobre esta matéria é feita por Blyth e Bosi (2004). Com base no exemplo do EU ETS e naqueles que consideram ser os elementos chave desse mercado, Blyth e Bosi (2004) reflectem de forma minuciosa sobre eventuais diferenças entre os esquemas a ligar e as respectivas consequências que daí podem resultar.

³² <http://europa.eu/scadplus/leg/pt/lvb/l28012.htm>

responsáveis de cada Estado-membro.

Para prevenção de um dos problemas possíveis com a ligação destes diferentes sistemas, a Directiva 2004/101/EC prevê mecanismos destinados a evitar a dupla contabilização de URE e de RCE, quando resultem de actividades igualmente na origem de uma redução ou limitação das emissões das instalações nos termos da Directiva 2003/87/CE.

Ainda que sendo possível a utilização de créditos de redução de emissões obtidos através de projectos de CDM ou JI, a decisão de o fazer cabe a cada Estado-Membro, cuja intenção tem de ser inscrita no respectivo PNALE a apresentar à Comissão.³³ Esta obrigatoriedade de o fazer, antes mesmo de ter início cada fase do mercado, é, aliás, uma crítica apontada por Peterson (2006). Esta autora considera que a decisão de recorrer a aquisições internacionais de créditos de equivalente dióxido de carbono deveria ser ajustada pelos países, consoante a evolução das suas emissões face aos objectivos de Quioto. Ora, o facto de os Estados-membros serem obrigados a definir essa intenção no momento de apresentação do respectivo PNALE torna difícil atingir a solução mais eficiente.

Uma outra característica que distingue o EU ETS de outros sistemas para transacção de títulos de emissão do tipo *cap-and-trade*³⁴ diz respeito às provisões para distribuição gratuita de títulos a novas empresas que venham a entrar no mercado, e à anulação dos títulos de empresas que encerrem a sua actividade. Ellerman e Buchner (2007) realçam que a regra habitual em sistemas anteriormente existentes consistia na obrigatoriedade das novas empresas adquirirem no mercado todas as licenças de que necessitassem, ficando os títulos de emissão das empresas que encerrassem na posse dos seus proprietários. A adopção da provisão para as novas empresas no seio do EU ETS tinha por objectivo evitar que os Estados-membros se vissem em desvantagem na concorrência global por novos investimentos. Por seu lado, a provisão de encerramento pretendia evitar incentivos ao encerramento e deslocação de actividades existentes. No entanto, esta provisão cria igualmente incentivos à permanência de instalações em

³³ Portugal propôs autorizar um limite de 10% para a generalidade dos operadores. Abre, no entanto, uma excepção para o caso das centrais termoeléctricas, admitindo autorizar uma proporção superior, se necessário, tendo em conta o facto de a estas também se exigir um esforço de redução muito superior do que à generalidade dos restantes sectores. Para colmatar eventuais défices face aos compromissos de Quioto, o próprio Estado Português prevê a aquisição de créditos no âmbito dos mecanismos de Quioto – conforme Resolução do Conselho de Ministros nº 104/2006 de 23 de Agosto. Em finais de 2008, o Fundo Português para o Carbono, previsto nesse documento, apresentava as receitas muito aquém do previsto, pondo por isso em causa a viabilidade dessas mesmas aquisições, de acordo com notícia de 18/09/2008 do Jornal Público (<http://ecosfera.publico.clix.pt/noticia.aspx?id=1343146&idCanal=92>).

³⁴ Sistema que define o valor máximo de emissões poluentes permitido, criando títulos de emissão transaccionáveis nesse montante. Para mais detalhes, ver secção 3.2.1.

funcionamento, que encerrariam se aquela não existisse, por forma a continuarem na posse das licenças de emissão. Incentivando o aumento do período de vida útil de instalações antigas, a provisão de encerramento reduz os incentivos à inovação tecnológica. Como destacam Convery e Redmond (2007), este é um comportamento ineficiente tanto do ponto de vista económico como ambiental e, adicionalmente, gera uma pressão para a subida do preço de mercado dos títulos de emissão, devido à redução na oferta que implica.

Tanto no caso das novas entradas como do encerramento, a aplicação destas provisões registou grande variação entre os Estados-membros. O número de títulos destinados à reserva para novas empresas regista uma variação considerável indo, na 1ª fase do EU ETS, dos 0.4% do total dos títulos da Polónia aos 26% de Malta. A regra de distribuição destes títulos foi, geralmente, a do *first-come-first-served* mas o princípio a adoptar no caso destes se esgotarem ou, pelo contrário, não serem usados na totalidade, variou bastante entre os Estados-membros. Dada a inexistência de dados sobre as emissões históricas, estipulou-se o *benchmarking* como princípio a ser adoptado para a afectação inicial dos títulos entre as novas empresas. Assim, a distribuição inicial das licenças entre as instalações deveria ser feita multiplicando um índice histórico de actividade ou de capacidade do sector por uma taxa de emissão standard uniforme. Como notam Ellerman e Buchner (2007), a lógica subjacente a este princípio é a de que duas empresas semelhantes em todos os aspectos excepto no nível de emissões poluentes sejam tratadas igualmente. Equivale portanto a dizer que uma instalação com maior nível de emissões não deve receber mais licenças de emissão do que outra semelhante, mas com menor nível de emissões.³⁵ No que respeita à provisão relativa ao encerramento das instalações do EU ETS, registaram-se também comportamentos diversos entre os Estados-membros, permitindo alguns deles a transferência de licenças de emissão. Ou seja, permite-se que os proprietários de instalações que encerrem transfiram os títulos de emissão no caso de transferirem a produção para outra instalação que possuam (Convery e Redmond (2007)).

³⁵ Porém, a heterogeneidade dos processos produtivos e condições das instalações existentes impossibilitou a exequibilidade de aplicação deste princípio no curto espaço de tempo que antecedeu a implementação do EU ETS, após a publicação da Directiva que o criou. Como as empresas, dentro de um mesmo sector de actividade, se revelavam menos semelhantes do que à primeira vista se poderia pensar, a adopção deste princípio de afectação inicial das licenças implicava a definição de um número demasiado elevado de *benchmarks*, tornando impraticável esta solução (Ellerman e Buchner (2007)).

2.3.2 – Análise crítica da Directiva 2003/87/EC

Convém notar que a criação do EU ETS pretende apenas atingir uma parte dos objectivos ambientais da União Europeia, assumidos com a assinatura do Protocolo de Quioto. Por um lado, porque, como vimos, não abrange todos os sectores responsáveis pelas emissões de CO₂ e, por outro, precisamente por apenas incluir o CO₂ e não todos os GEE.³⁶ A transacção inicial apenas de direitos de emissão de CO₂ é uma opção justificada, sobretudo, pela maior facilidade de mensuração deste gás face aos restantes, por um lado, mas também pelo facto das emissões de CO₂ serem as que mais contribuem para o efeito de estufa (mais de 80% da totalidade das emissões dos seis GEE referidos no Protocolo de Quioto). No entanto, a Directiva 2003/87/EC deixa em aberto a possibilidade de aumentar a sua abrangência, quer em relação aos GEE a transaccionar quer em relação aos sectores abrangidos, em fases posteriores do mercado. Porém, tal não aconteceu ainda para o período entre 2008-2012.

No que respeita, nomeadamente, ao alargamento da abrangência do EU ETS a outros sectores de actividade verifica-se mesmo a inexistência, até ao momento, de um consenso para o período pós-2012. Porém, tudo parece encaminhado no sentido de serem incluídas as emissões do sector da aviação. Efectivamente, o sector dos transportes, juntamente com o da energia, é um dos principais responsáveis pelas emissões de CO₂ na União Europeia. No entanto, continua a não estar prevista a inclusão do transporte rodoviário no âmbito do EU ETS, pois os Estados-membros não estão dispostos a perder as receitas que actualmente arrecadam com a tributação dos combustíveis – considerando que a atribuição inicial dos direitos de emissão continua a ser, em regra, gratuita. Como os combustíveis para a aviação não são abrangidos pelos mesmos impostos, não se coloca a questão de perda de receitas por parte dos Estados, daí a maior abertura para a sua inclusão no EU ETS a partir de 2013.

Os estudos de Kruger e Pizer (2004), Klepper e Peterson (2004) ou Boemare e Quirion (2002), entre outros, analisam as características da Directiva 2003/87/EC, ainda antes de ter início a fase experimental do EU ETS. Comparando-a com mercados de direitos de emissão já existente nos EUA, como o do SO₂, por exemplo, são

³⁶ Klepper e Peterson (2004), por exemplo, referem que uma das consequências do EU ETS apenas cobrir alguns sectores da economia é impedir a igualização dos custos marginais de abatimento de atingir o objectivo de Quioto entre todos os países da UE. Isso significa que não se consegue a distribuição óptima dos títulos de emissão, ou seja, não se atinge um resultado eficiente. Klepper e Peterson (2004) lembram, porém, que tal não se deve ao mecanismo escolhido para transacção de CO₂ na UE mas antes à falta de cobertura mais alargada do sistema, em relação a todos os sectores poluentes.

identificados os avanços conseguidos com esta Directiva, bem como os eventuais problemas ainda patentes. No entanto, como salientam Kruger e Pizer (2004), o mercado europeu para a transacção de CO₂ tem uma dimensão e complexidade incomparáveis com o dos EUA, pelo que constitui uma experiência de maior importância e permite, por isso, retirar algumas lições para os esforços internacionais para a redução dos GEE.

Estes autores elencaram, de forma relativamente consensual, as seguintes vantagens ou pontos positivos da Directiva 2003/87/EC:

- i) abrangência do mercado europeu, através da inclusão de vários sectores industriais e conseqüente elevado número de instalações;
- ii) flexibilidade temporal, através do *banking* mas não do *borrowing* de títulos;
- iii) forma de organização do mercado escolhida pela UE - transacções bilaterais, sem necessidade de aprovação do governo mas com registos obrigatórios das operações.

Em relação ao segundo ponto, este é apontado como vantagem porque ao CO₂ não se colocam os problemas associados a concentrações locais de emissões excessivas. Logo, a possibilidade de *banking* deste GEE apenas traz benefícios, por permitir às empresas uma maior flexibilidade para a minimização dos seus custos de abatimento. Por seu lado, impedir o *borrowing* das licenças garante que são evitados custos para obrigar as empresas a cumprir no futuro as reduções de emissões adiadas. Para além destes custos económicos adicionais para a sociedade, o problema potencial central do *borrowing* de títulos de emissão é ambiental, por aumentar o risco de incumprimento dos limites de emissões.³⁷

No que respeita aos pontos menos positivos do mercado previsto pela Directiva 2003/87/EC, consideram-se essencialmente os seguintes:

- i) falta de transparência ou fiabilidade dos dados sobre as emissões;
- ii) falta de harmonização ou centralização de matérias como a verificação das emissões e as penalizações a aplicar por incumprimento;
- iii) afectação inicial dos títulos de emissão de forma gratuita.

A opção pela distribuição gratuita dos títulos, como regra, vai contra as

³⁷ Ainda que teoricamente esta prática não seja possível, explicamos atrás de que forma a Directiva acaba por, involuntariamente, permitir o *borrowing* de títulos dentro de cada período.

indicações de várias simulações efectuadas para o caso específico da UE, como a de Boemare e Quirion (2002). O que estes autores concluem é que feita desta forma a internalização da externalidade, os lucros das empresas abrangidas pelo EU ETS aumentam em vez de diminuírem – pois não é aplicado o princípio do poluidor-pagador. Como veremos no capítulo seguinte, o leilão inicial de títulos é defendido pela teoria económica como a forma mais correcta para distribuição inicial dos direitos de emissão. Considera-se que aumenta o bem-estar global da sociedade, reduzindo outras distorções de mercado através da distribuição das receitas arrecadadas (i.e., reciclagem das receitas para o corte de impostos), pelo que a sua não utilização se prende, sobretudo, com pressões por parte dos sectores regulamentados. Ainda que menos eficiente, a distribuição gratuita dos direitos de emissão é politicamente mais atractiva pelo que continua a ser a opção.

Também Neuhoff *et al.* (2005) analisam o impacto do método de afectação inicial dos títulos adoptado na UE sobre os preços e a eficiência do mercado para transacção de CO₂. Salientam que a combinação de características como a afectação gratuita da maioria dos títulos, a flexibilidade permitida aos Estados membros para optarem, ou não, pelo leilão de uma parte dos títulos, e as negociações separadas para cada período de cinco anos, pode dar origem a divergências entre a eficiência teórica prevista para este instrumento de política ambiental e os resultados efectivos que o mesmo consegue obter. Grubb e Neuhoff (2006) e Hepburn *et al.* (2006) analisam, de igual forma, a afectação inicial dos direitos de emissão no EU ETS, reforçando os argumentos a favor do seu leilão (como factor de estabilização dos preços, nomeadamente, e recuperação da confiança dos investidores acerca dos mesmos). Hepburn *et al.* (2006) descrevem ainda alguns formatos possíveis para este leilão em concreto e concluem que esta forma de afectação inicial dos títulos de emissão não traz, necessariamente, impactos negativos sobre a competitividade das empresas reguladas.

Porém, dos actuais 27 Estados Membros da UE que participam no EU ETS, apenas a Dinamarca, a Irlanda, a Lituânia e a Hungria usaram na 1ª fase do mercado (terminada a 31 de Dezembro de 2007), a opção de leiloar parte dos títulos de emissão. Sendo já reduzida a quantidade de títulos que a Directiva 2003/87/EC permite leiloar, as licenças colocadas no mercado desta forma ficaram, geralmente, abaixo do limite dos 5%.³⁸ Na 2ª fase do mercado mais países planeiam fazer uso da opção de leilão:

³⁸ Dinamarca (5%), Hungria (2,5%), Lituânia (1,5%) e Irlanda (0,75%).

Alemanha (9%), Reino Unido (7%), Holanda (4%), Irlanda (0,5%), Hungria (2%), Lituânia, Áustria (1,3%) e Bélgica (0,29%). No entanto, a regra continua a ser, para a generalidade dos Estados-membros, a distribuição gratuita da quase totalidade dos direitos de emissão.

Contra a opinião generalizada dos economistas relativamente à melhor forma de afectação inicial dos direitos de emissão, o *grandfathering* surge como a regra eleita. Considerando o EU ETS como um exemplo da sugestão de Coase (1960) para limitar o acesso a recursos a bens comuns, através da criação de direitos de propriedade, Ellerman e Buchner (2007) apontam a existência de uma “norma social” (de acordo com a designação de Raymond (2003)), que atribui maior peso aos direitos daqueles que até aí usavam determinado recurso de forma gratuita e que passa a ser limitado e transferível, como justificação para esta escolha. Ellerman e Buchner (2007) consideram, porém, que o EU ETS apresenta uma distorção em relação a essa norma, já que os direitos de emissão dependem da produção: as empresas que encerram perdem-nos e às novas empresas que entram no mercado são-lhe atribuídos direitos correspondentes à sua actividade produtiva. Ou seja, apesar de introduzidos direitos de emissão, livremente transaccionáveis no mercado, estes não são separáveis da produção. Ellerman e Buchner (2007) consideram este aspecto como distintivo, apesar de ser ainda cedo para concluir se se trata de uma característica que se generalizará para a afectação inicial de direitos de emissão de CO₂ ou consiste apenas num equívoco do EU ETS.

Sendo a determinação do número de licenças a atribuir aos sectores inseridos no EU ETS da responsabilidade de cada Estado-membro, no respectivo PNALE, ainda que este estivesse sujeito à aprovação da Comissão Europeia, verificou-se na 1ª fase do EU ETS uma “generosidade” excessiva nessa mesma atribuição. Depois de conhecidos os primeiros valores para as emissões de CO₂ em 2005, foi possível constatar que a atribuição de licenças tinha sido, em geral, superior às necessidades. Kettner *et al.* (2007) recolhem e analisam os valores das emissões finais e dos títulos atribuídos, em 2005, aos diferentes sectores abrangidos pelo EU ETS e para os então 24 Estados-membros da União Europeia, confirmando a existência de um excesso de 4,6% de licenças de emissão.³⁹ Tal significava, portanto, que se se pretendesse cumprir os objectivos de Quioto, teriam de ser exigidas reduções demasiado severas aos outros

³⁹ Destacam ainda as discrepâncias verificadas na afectação inicial de diferentes Estados-membros e a instalações de diferentes dimensões. Para mais detalhes, consultar Kettner *et al.* (2007).

sectores de actividade, abrangidos por outra regulamentação que não o EU ETS. Esta era aliás uma previsão de diversos estudos anteriores ao arranque do EU ETS, como o de Klepper e Peterson (2004) por exemplo, que questionavam a eficiência da afectação inicial dos títulos de emissão para o primeiro período de transacções (com início a 1 de Janeiro de 2005). A opção de leilão, em alternativa à distribuição gratuita das licenças, teria evitado esta discrepância.

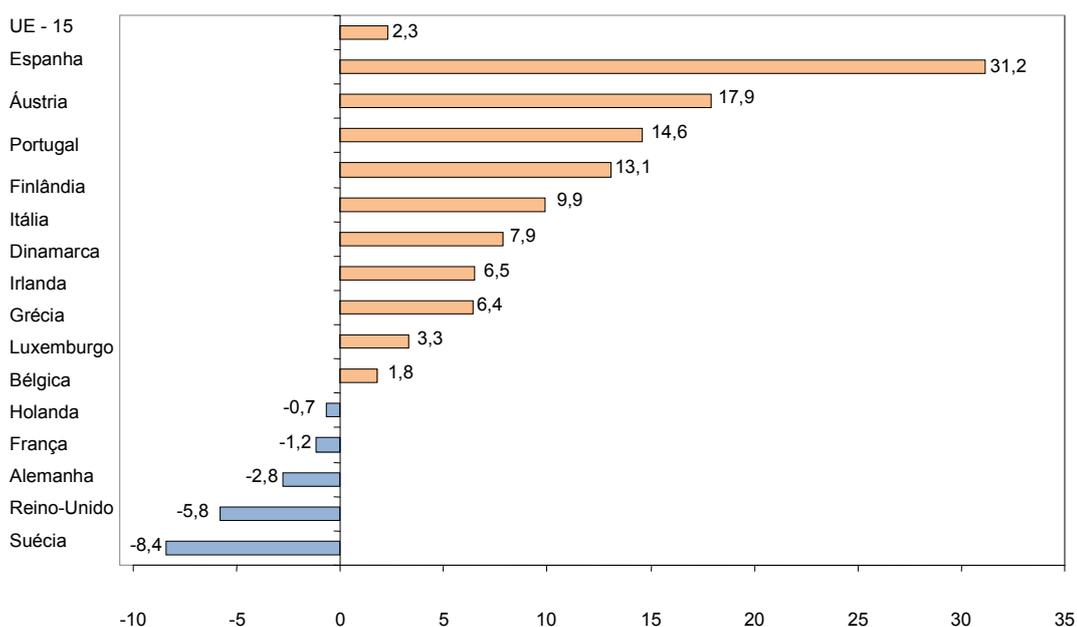


Figura 2.1 - Diferença (percentual) face aos limites do BSA, em 2004

Fonte: EEA Report, No.9/2006, p. 20.

Face à tendência na evolução das emissões dos GEE da maioria dos Estados-membros, antes ainda da entrada em funcionamento da 1ª fase do EU ETS (1 de Janeiro de 2005), era possível adivinhar as dificuldades que iriam sentir para cumprir os objectivos definidos no Protocolo de Quioto e traduzidos no BSA. Como se constata no gráfico acima, vários países da União Europeia a 15 registavam em 2004 desvios consideráveis face ao estipulado no BSA.

Estes dados espelham a necessidade de realização de grandes esforços para contrariar a tendência, que, porém, não se traduzia nos limites de emissões estabelecidos nos PNALE de cada Estado-membro, para o 1º período do EU ETS. Com as emissões de CO₂ dos sectores inseridos no EU ETS a representarem cerca de metade das emissões totais deste GEE na União Europeia (acima de 40% em todos os países), limites pouco ambiciosos para estes implicam esforços excessivos para os restantes,

abrangidos por outro tipo de regulamentação. Em termos políticos e económicos esse sobre-esforço torna-se inaceitável, pelo que a concretização dos objectivos ambientais comunitários é definitivamente posta em causa. No entanto, Convery e Redmond (2007) lembram que o principal objectivo da 1ª fase do EU ETS, considerada como fase piloto ou experimental, era conseguir montar o esquema e colocá-lo a funcionar, criar as estruturas institucionais e operacionais necessárias ao funcionamento pleno do EU ETS no período de compromisso com Quioto (2008-2012) e seguintes.

A redução de emissões, não sendo o objectivo central da fase piloto do EU ETS, é-o na 2ª fase. Consequentemente, os PNALE para a 2ª fase do mercado (2008-2012), apresentados para aprovação à Comissão Europeia, foram alvo de uma maior atenção e exigência. Sobretudo para países com grandes diferenças face aos compromissos de Quioto, como é o caso de Espanha ou mesmo Portugal, impõe-se a introdução de reduções mais severas nas emissões. De acordo com Peterson (2006) deveria diminuir-se a afectação de direitos de emissão aos sectores inseridos neste mercado de forma ainda mais acentuada do que a apontada pela Comissão Europeia - que recomendava reduções proporcionais aos hiatos. Quer para os sectores abrangidos por outro tipo de regulação, quer para aqueles incluídos no EU ETS, só com maior exigência e medidas mais restritivas é possível fazer face à discrepância entre os objectivos definidos e os resultados entretanto registados. A posição assumida pela Comissão Europeia relativamente aos PNALE para a 2ª fase, propostos pelos Estados-membros, confirma essa posição: se a soma de todas as propostas corresponderia a um aumento de 3.2% das emissões face aos valores registados em 2005, a soma das decisões da Comissão Europeia dá origem a uma diminuição de 6.5%.⁴⁰ Comparativamente com a 1ª fase do mercado, o EU ETS tem menos licenças de emissão no mercado, gerando assim uma maior escassez e valor para estes títulos e potenciando uma maior liquidez do mercado.

Ainda que os Estados-membros possam socorrer-se da aquisição de créditos de redução de emissão para atenuar as dificuldades em cumprir os seus objectivos, esta é uma medida que tem de ser sempre suplementar aos seus esforços internos.⁴¹ Como define a Directiva 2004/101/EC, estes são mecanismos adicionais para ajudar os Estados a honrarem os compromissos assumidos com o Protocolo de Quioto, mas não

⁴⁰ Para uma noção mais exacta de quais os países que viram os seus PNALE mais fortemente corrigidos, considerar Reinaud e Philibert (2007, p.9).

⁴¹ Capoor e Ambrosi (2006) referem o exemplo de Itália e Espanha como dois países que têm vindo a aumentar significativamente as suas aquisições de créditos, com o intuito de diminuir o hiato registado entre a evolução das suas emissões de GEE e os objectivos assumidos com Quioto.

podem substituir as medidas internas de combate às emissões a que estão obrigados.

Em Janeiro de 2008 teve início a 2ª fase do EU ETS, correspondente igualmente ao período de compromisso assumido em Quioto (2008-2012). O comportamento do mercado neste período é, portanto, crucial para a concretização das reduções de emissões necessárias ao cumprimento dos objectivos estipulados no Protocolo de Quioto. São, por isso, justificadas as expectativas em relação ao mesmo e a observação atenta de que continuará a ser alvo.

2.3.3 – Alguns factos sobre a 1ª fase do EU ETS

Em Janeiro de 2005 existiam sete correctores⁴² que serviam de intermediários para a realização das transacções de EUA's⁴³, mas a evolução do mercado e o aumento do volume de transacções deu origem ao aparecimento, em 2006, de cinco bolsas vocacionadas para este tipo de activo.⁴⁴ Ainda assim, as transacções no EU ETS continuaram maioritariamente a realizar-se através dos correctores, em operações *Over The Counter* (OTC) – ou ao balcão - de acordo com a designação da literatura financeira. As operações levadas a cabo neste mercado têm por principal objectivo o cumprimento dos limites ambientais a que ficaram obrigadas as empresas abrangidas pelo EU ETS, mas Convery e Redmond (2007) destacam o aparecimento, em 2006, de especuladores de mercado, sobretudo gestores de fundos de *hedging*.⁴⁵

No que respeita ao volume de transacções no EU ETS, Convery e Redmond (2007) salientam a existência, sobretudo nos momentos iniciais do mercado, de diversos entraves à participação de pequenas e médias empresas (PME). O principal entrave consistiu nos requisitos dos correctores e das bolsas relativamente ao volume mínimo de títulos que aceitavam transaccionar: 5000 toneladas métricas de CO₂. Pequenos compradores e/ ou vendedores deparavam-se assim com esta dificuldade se pretendessem transaccionar uma quantidade inferior ao limite estipulado. Porém, vários intermediários do EU ETS, acabaram por alterar esta condição estabelecendo a fasquia

⁴² CO₂e, Evolution Markets, GreenStreamNetwork, GT/SKM Global Environmental Partners, Natsource Europe, TFS e Vieritas Finance.

⁴³ European Union Allowances (EUA) é a designação oficial para as unidades transaccionadas no EU ETS, correspondente à licença de emitir uma tonelada de CO₂.

⁴⁴ European Climate Exchange (ECX), European Energy Exchange (EEX), Energy Exchange Austria (EXAA), Nordpool e Powernext.

⁴⁵ Termo utilizado em Finanças para designar as estratégias de investimento realizadas com o intuito de minimizar a exposição indesejada ao risco. A este respeito, podemos salientar, por exemplo, que imediatamente após o anúncio da decisão de criar o EU ETS, mas ainda antes deste entrar em funcionamento, surgiu de forma espontânea um mercado de futuros para os EUA's, em 2004.

de 1000 toneladas métricas de CO₂ como limite mínimo a ser transaccionado.

Esta dificuldade imposta pelo limite mínimo no volume de transacções de EUA's, associada aos custos de manutenção da conta de operador no registo nacional de transacção de emissões explica também, segundo Convery e Redmond (2007), a reduzida participação de ONG's ou cidadãos em geral, interessados em retirar EUA's do mercado. Ainda que, teoricamente, a Directiva 2003/87/EC permita a participação de qualquer pessoa no EU ETS, necessitando para o efeito apenas de possuir uma conta de operador no registo nacional de transacção de emissões, na prática não é fácil entrar neste mercado. Convery e Redmond (2007) referem, a título de exemplo, que o custo anual de manutenção da conta no registo irlandês é de 250€, para além de terem tentado durante várias semanas consecutivas adquirir 100 EUA's, sem sucesso. Estes dois factos são evidência suficiente da dificuldade de aquisição de pequenas quantidades de licenças de CO₂ no mercado europeu. Esta e outras dificuldades sentidas na 1ª fase do EU ETS são igualmente apontadas no relatório No. 3/ 2008 da European Environment Agency, *Application of the Emissions Trading Directive by EU Member States – reporting year 2007*, com base nos dados disponíveis sobre o registo, monitorização, operações realizadas, etc.

Os preços praticados neste mercado no decorrer do 1º período do EU ETS são explicados, tal como acontece para o preço de qualquer outro tipo de bem, pelo comportamento da procura e oferta de EUA's. A oferta, determinada e explicada no PNALE dos Estados-Membros, respeita, como referimos anteriormente, as condicionantes a que cada um está sujeito no âmbito do BSA. A procura, por sua vez, depende dessa mesma afectação inicial de EUA's - definida no PNALE de cada Estado-Membro -, do custo das opções existentes para a redução do carbono para cada empresa ou sector e, obviamente, do montante de emissões de CO₂ no período entre 2005-2007. Isso significa, portanto, que instalações com uma atribuição inicial generosa de EUA's, que se esperaria que desempenhassem o papel de vendedores no mercado, podem efectivamente não o fazer. Um aumento na produção ou uma alteração nas características ou preços dos combustíveis utilizados, podem justificar um aumento de emissões de CO₂ no período em questão e, portanto, impelir essas instalações a usarem as EUA's que possuem ou ainda a adquirir mais, contrariamente ao que seria expectável. De igual forma, instalações classificadas de compradoras líquidas com base na afectação inicial de EUA's, podem ter um comportamento precisamente oposto.

Para a evolução dos preços das licenças de emissão de CO₂ verificada na 1ª fase do EU ETS foi determinante, sobretudo, a escassez das mesmas – ou melhor, a falta dela. Preços extremamente reduzidos nos momentos finais desta 1ª fase do mercado resultaram precisamente de um excesso de oferta, fruto de PNALE's demasiado generosos. No entanto, como vimos atrás, a inexistência de dados sobre as emissões de CO₂, o reduzido tempo disponível para elaborar os PNALE's e colocar o EU ETS em funcionamento, explicam estas limitações. São igualmente lições aprendidas para a 2ª fase do mercado, reflectidas no elevado nível de exigência colocado pela Comissão Europeia para aprovação dos PNALE's de cada Estado-Membro. Os documentos COM (2008) 16 final de 23.1.2008 e COM (2008) 17 final de 23.1.2008 resultam precisamente da consciencialização das principais falhas e erros cometidos na fase experimental do mercado. De facto, COM (2008) 16 final de 23.1.2008 estabelece alterações a introduzir na Directiva 2003/87/CE, “a fim de melhorar e alargar o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade”.

Por último, destacamos ainda a conclusão a que chegaram Convery e Redmond (2007) relativamente ao impacto das condições climáticas sobre a procura de licenças de emissão por parte de instalações do sector energético. Ao contrário do que se esperava *a priori*, aqueles autores não encontra uma relação significativa entre o clima e a evolução do preço dos EUA's nos dois primeiros anos de funcionamento do EU ETS. Ainda que aparentemente controversa esta conclusão, Convery e Redmond (2007) acreditam que a justificação para a mesma é o facto de o clima influenciar de forma oposta os diferentes sectores abrangidos pelo EU ETS, anulando assim os seus efeitos sobre o preço.

2.4 – CONCLUSÃO

O problema ambiental que está na origem das actuais alterações climáticas ao nível global e suas potenciais consequências para a vida humana merecem da comunidade científica redobrada e continuada atenção. Por isso, a elaboração de estudos nesta matéria é, e continuará a ser, intensa. A descrição que é feita na introdução do presente capítulo não pretende sequer sintetizá-la. Tão-somente, a sua breve referência pretende traçar um esboço do cenário que esteve na base de negociações intergovernamentais, tão

acesas e frutuosas, que motivaram a assinatura do Protocolo de Quioto. E, em relação a este, descrevemos apenas alguns dos seus principais desenvolvimentos, objectivos a atingir e mecanismos previstos para os cumprir, destacando o seu carácter inovador.

Do Protocolo de Quioto, destacamos especialmente a intenção expressa em criar um mercado internacional para transacção de direitos de emissão de GEE. Como dissemos, são vários os instrumentos de política que podem ser adoptados para atingir o mesmo objectivo ambiental. A opção por um instrumento de política baseado no mercado para lidar com uma externalidade ambiental ao nível global justifica a crescente investigação na área, dada a novidade de aplicação. Ellerman e Buchner (2007), por exemplo, questionam a existência de diferenças significativas entre a utilização de um sistema para a transacção de direitos de emissão para GEE, como o CO₂, ou para poluentes locais, como o SO₂. A principal diferença que estes autores salientam é o reduzido potencial de abatimento que as empresas têm em relação ao CO₂: à excepção da substituição entre o carvão e o gás natural na produção de energia eléctrica, o abatimento é possível sobretudo à custa da redução da produção. A entrada em funcionamento do EU ETS acentuou ainda mais a pertinência e urgência de investigação adicional sobre mercados para transacção de GEE. Porém, apenas com a recolha futura de dados será possível perceber se o preço positivo imposto sobre as emissões de CO₂ na União Europeia conseguirá induzir mais abatimento a baixo custo, de formas que actualmente não são previsíveis (nomeadamente, através de melhorias na eficiência energética).

A pequena incursão realizada neste capítulo pela experiência europeia pretende apenas ser um enquadramento da mais recente aplicação do instrumento de política ambiental no centro da nossa investigação. Como o programa de combate à chuva ácida nos EUA, e em particular o mercado criado para a transacção de SO₂, serviu de referência à criação dos esquemas baseados no mercado que se lhe seguiram, o exemplo do EU ETS servirá para ajudar a definir uma política global com vista à redução dos GEE.

A descrição da estrutura e das regras de mercado adoptadas pela União Europeia foram a nossa prioridade neste capítulo. A razão para esta prioridade prende-se com o facto de serem essas as decisões de política que obrigatoriamente é necessário tomar sempre que se decide avançar para a utilização deste tipo de instrumento de política ambiental e se poderem revelar determinantes para o sucesso do mesmo. Por outro lado,

como vimos neste capítulo, questões como a ligação entre o EU ETS e os instrumentos de política ambiental previstos no Protocolo de Quioto, o alargamento do mercado a outros GEE para além do CO₂ ou a outros sectores de actividade, a utilização mais generalizada do leilão para afectação inicial dos direitos de emissão, entre outras, são aspectos da iniciativa europeia que não encontraram resposta atempada até ao início da 2ª fase do EU ETS (Janeiro de 2008). Porém, para o período posterior a 2012 a intenção é efectivamente introduzir várias alterações a esse respeito, como se percebe nos documentos COM(2008)16 final de 23.1.2008 e COM(2008)17 final de 23.1.2008, por exemplo. Relativamente ao método de afectação inicial das licenças de emissão de CO₂, a opção pelo leilão passará a ser regra, como se lê na p.8 da COM(2008)16 final de 23.1.2008: “a utilização exclusiva da venda em leilão deverá constituir a regra a partir de 2013 no sector da electricidade...”.

O enquadramento teórico das principais questões que se levantam aquando da implementação de mercados para transacção de direitos de emissão, algumas das quais aqui apontadas para o EU ETS, é concluído no capítulo seguinte com uma revisão bibliográfica genérica e mais abrangente, sobre este instrumento de política ambiental. Com base nesse e no presente capítulo, ficamos em posse de informação suficiente para a identificação das questões e hipóteses mais pertinentes a testar experimentalmente.

3 – CRIAÇÃO DE MERCADOS PARA TRANSACÇÃO DE DIREITOS DE EMISSÃO: PRINCIPAIS ASPECTOS A CONSIDERAR

3.1 – INTRODUÇÃO

O conceito de direitos de emissão transaccionáveis é desenvolvido por Crocker (1966) e Dales (1968), como solução para afectar o custo do controlo da poluição a cada uma das fontes emissoras. Por sua vez, Montgomery (1972) formaliza este conceito, demonstrando analiticamente a inexistência de um esquema alternativo capaz de alcançar o objectivo ambiental pretendido a um custo mais reduzido. Esta prova, no entanto, baseia-se no pressuposto de que o mercado criado para a transacção destes direitos de emissão funcione em concorrência perfeita. Verificada esta hipótese, Montgomery (1972) demonstra a eficiência deste instrumento de política, independentemente da regra utilizada para efectuar a distribuição inicial dos títulos de emissão pelos diferentes agentes. Portanto, funcionando de acordo com o modelo original, a afectação inicial dos títulos de emissão teria implicações apenas em termos de equidade e não de eficiência.

Desde o aparecimento deste instrumento de política ambiental, na década de 60, são diversos os estudos que comparam o seu desempenho face a outro tipo de programas, nomeadamente, do tipo *Comando-e-Controlo*⁴⁶. Os resultados, relativamente consensuais, fazem com que na literatura económica seja usual encontrar apontadas as seguintes vantagens dos programas de direitos de emissão transaccionáveis face aos instrumentos de *Comando-e-Controlo*: maior eficiência ao nível dos custos; maior eficiência dinâmica; maior descentralização do processo de decisão; e, em princípio, maior aceitação política. Porém, os resultados encontrados partem do princípio de que as hipóteses, pouco realistas, subjacentes ao modelo de Montgomery (1972) se verificam na realidade. Ora, como reflecte Mccann (1996), o mundo “ideal” desses modelos, de concorrência perfeita, não existe. O que existe é um mundo “confuso” de instituições e mercados carregados de imperfeições. Daí que, uma análise realista e responsável acerca da criação de mercados para transacção de direitos de

⁴⁶ Maloney e Yandle (1984), Tietenberg (1985) e Hahn (1989), por exemplo, referem alguns desses estudos.

emissão implique também, necessariamente, o estudo daquilo que normalmente se consideram ser apenas “detalhes” institucionais. Isto porque, como salienta Mccann (1996), são essas mesmas instituições que coordenam o funcionamento deste mercado, como o de qualquer outro.

Assim, a existência de diversas falhas no mercado para transacção de direitos de emissão torna necessária a avaliação de desempenho deste instrumento de política com base nas condições em que é efectivamente implementado e não nas condições ideais pressupostas pelo modelo económico teórico subjacente. Com base na análise dos mercados já existentes para transacção de direitos de emissão, sobretudo americanos e canadianos, são identificadas as suas principais falhas. As características das instituições utilizadas para os reger estão na base das explicações para os desvios dos resultados obtidos, face aos previstos pela teoria económica.⁴⁷ Como destacam Schmalensee *et al.* (1998), apesar do mercado de direitos de emissão se ter revelado um instrumento de política muito importante e muito superior a qualquer outro para a resolução do problema da chuva ácida nos EUA, como qualquer outro mercado não está isento de imperfeições. Por outro lado, estes autores salientam ainda que, apesar de eficientes e competitivos, estes mercados levam o seu tempo a desenvolver-se, ficando a velocidade desse desenvolvimento dependente de alguns elementos da concepção do próprio programa.

Neste capítulo procuramos identificar algumas das características mais importantes para o desempenho dos mercados para transacção de direitos de emissão, bem como os principais motivos para as diferenças entre as previsões teóricas e os resultados efectivos de mercados entretanto criados. Para o efeito, efectuamos uma revisão dos estudos teóricos, empíricos, de simulação numérica ou experimentais, que documentam esta matéria. Através da sua análise, sinalizamos as alterações entretanto propostas ao modelo original, quer estejam apenas documentadas na literatura económica, quer se encontrem já implementadas em mercados existentes.

As diferentes secções deste capítulo destacam aqueles que consideramos serem os principais aspectos a ter em conta no momento de concepção de um

⁴⁷ Bohi e Burtraw (1997) ou Schmalensee *et al.* (1998), por exemplo, fazem-no para o mercado americano de transacção de SO₂. De entre as diversas justificações que encontram para a obtenção de resultados diferentes dos esperados destacamos os seguintes: sobre-estimação das projecções iniciais dos custos de redução do SO₂; distorções causadas pela dupla regulamentação (i.e., regulamentação ambiental de empresas de utilidade pública, já reguladas, como é o caso das empresas do sector eléctrico. Ver Coggins e Smith (1993) sobre esta matéria); o tipo de leilão utilizado para a realização das transacções; não inclusão, nas estimativas dos resultados esperados para este mercado, de todas as características do mercado real (como por exemplo, o acréscimo efectivamente registado na oferta de títulos).

instrumento de política deste tipo, como referido em Fernandes (2005) e Fernandes *et al.* (2006): instituição de mercado; poder de mercado; incerteza; cumprimento imperfeito; e incentivos ao desenvolvimento tecnológico. Para os que constituem falhas de mercado apontamos as principais soluções existentes. Na conclusão do capítulo, identificamos, justificando, os aspectos que elegemos para análise mais detalhada nos capítulos seguintes.

3.2 – INFLUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO DE MERCADO

Compradores e vendedores, de qualquer tipo de bem ou serviço, executam as suas transacções tendo por base uma qualquer forma de organização de mercado. As regras específicas que regem as transacções são aquilo que define e caracteriza uma instituição de mercado. Estas regras incluem detalhes diversos, tais como a indicação de qual o agente que inicia as ofertas no mercado (o comprador ou o vendedor), qual o *timing* e a ordem dessas propostas, a forma como são confirmados os contratos, qual a informação disponível a qualquer momento para os participantes no mercado, entre outros.

Assim, as regras especificadas para o funcionamento de um mercado, tal como o comportamento dos próprios agentes, contêm um conjunto de informação que influenciam o resultado final obtido no mercado. Esta é, no entanto, uma questão que a economia neoclássica minimiza, ou simplesmente ignora. O tratamento destas questões deu origem a uma nova área do pensamento económico - a *New Institutional Economics* (NIE) - que pretende precisamente destacar este aspecto por reconhecer a sua verdadeira importância.

No que respeita especificamente a aplicações da NIE na área das políticas ambientais, podemos destacar o estudo de Solomon (1999) sobre o funcionamento dos mercados de direitos de emissão já implementados, sobretudo nos EUA. De uma forma pragmática, Solomon (1999) coloca especial ênfase nas estruturas institucionais e processos adoptados nesses mercados, com vista à identificação dos seus principais pontos fortes e pontos fracos, por forma a incorporar esses conhecimentos na concepção de programas futuros. Nomeadamente, Solomon (1999) pretende contribuir para uma melhor concepção do programa internacional para a transacção de emissões de CO₂,

previsto pelo protocolo de Quioto. Porque considera que as características institucionais e os parâmetros políticos destes programas interagem de formas muito complexas, e determinam grandemente a maior ou menor participação no mercado e a sua eficácia em termos de custos.

Sobre o mercado internacional para a transacção de emissões de CO₂, Solomon (1999) salienta algumas das questões práticas que considera determinantes para o sucesso do seu funcionamento. Por exemplo, tratar-se de um sistema de trocas do tipo *cap-and-trade* ou dum sistema de transacção de créditos para a redução de emissões; a relação entre este sistema de trocas e os programas de CDM e JI; a forma de distribuição internacional dos títulos de emissão; a atribuição da propriedade dos títulos a governos ou empresas; definição de propriedade permanente dos títulos ou *leasing* dos mesmos por um determinado período;⁴⁸ estabelecimento, ou não, de restrições sobre as transacções, nomeadamente entre períodos; transacção de diversos GEE ou apenas CO₂; regras para monitorização e controlo das emissões efectivas; para além de quaisquer outros arranjos institucionais e regras administrativas necessários para governar este sistema.

Nos pontos que se seguem, tratamos de algumas das questões apontadas por Solomon (1999), que consideramos, de uma forma geral, mais relevantes. Ou seja, definimos algumas das características que é necessário clarificar aquando da concepção de mercados para transacção de direitos de emissão, apontando, sempre que possível, as suas consequências para o desempenho deste instrumento de política.⁴⁹

3.2.1 – Base relativa vs. absoluta

A transacção dos direitos de emissões pode caracterizar-se por dois planos alternativos: o sistema do tipo *cap-and-trade*, de base absoluta, e o sistema *baseline-and-credit*, de base relativa. O primeiro define um valor máximo para o total de emissões poluentes permitidas em determinado período, sendo esse valor traduzido em títulos de emissão que são distribuídos pelas empresas poluentes. Dessa forma, cada

⁴⁸ O *leasing* dos títulos de emissão implicaria que a sua propriedade ficaria retida pelo regulador. Tal característica tem a vantagem de facilitar alterações futuras na definição dos limites das emissões caso, por exemplo, informação adicional relevante o viesse a justificar.

⁴⁹ Os estudos de Hahn (1989) e Atkinson e Tietenberg (1991), por exemplo, sobre sistemas de transacção de direitos de emissão à altura em vigor nos EUA, focavam já a influência das características escolhidas para os reger. Ambos concluíam que a diferença entre os resultados previstos e os obtidos com a utilização deste instrumento de política se devia precisamente às regras estabelecidas pelo regulador para participação no mercado.

empresa regulada tem de possuir os títulos de emissão correspondentes às emissões poluentes causadas pela produção. Caso possua mais títulos do que os que necessita pode vendê-los no mercado e se, pelo contrário, precisar de títulos adicionais, pode tentar comprá-los também no mercado.

Já o sistema *baseline-and-credit* estabelece um nível base, ou de referência, de emissões que as empresas devem respeitar. Se as emissões efectivas das empresas estiverem abaixo desse nível, são-lhes atribuídos títulos de emissão que neste caso se designam por créditos de redução de emissões (CRE). Estes CRE podem ser vendidos às empresas que excedam os níveis base de emissões estabelecidos. Por isso se classifica o sistema *cap-and-trade* como um mecanismo *absoluto*, já que por cada unidade de poluição emitida tem de ser entregue à entidade competente um título de emissão correspondente, e ao sistema *baseline-and-credit* um mecanismo *relativo*, já que apenas se consideram os desvios em relação ao nível base de emissões estabelecido.

Teoricamente, estes dois sistemas são idênticos, se o nível base estabelecido no sistema *baseline-and-credit* for igual ao número de títulos de emissão distribuídos no sistema *cap-and-trade*. No entanto, o que acontece geralmente é que o nível base de emissões é proporcional ao nível de produção das empresas reguladas, ou seja, o sistema *baseline-and-credit* fixa uma taxa de emissão, que corresponde à quantidade de poluição emitida por unidade de output produzida. Assim, as empresas menos poluentes produzem emissões abaixo das taxas de emissão fixadas, pelo que criam CRE, enquanto que as empresas mais poluentes, com taxas de emissão acima do limite, são obrigadas a comprar CRE e a entregá-los à entidade reguladora. Tendo em conta estas hipóteses, a previsão teórica é de que o equilíbrio de longo prazo destes dois planos dê origem a resultados diferentes porque o plano *baseline-and-credit*, com um nível base de emissões variável consoante o output, funciona como um subsídio à produção. Ou seja, para a mesma taxa de emissão média, o sistema *baseline-and-credit* dá origem a maiores níveis de produção e de emissões poluentes do que o sistema *cap-and-trade*, e para as mesmas emissões totais, uma taxa de emissão inferior é mais dispendiosa. Por isso, no longo prazo, a teoria económica prevê que este último registre uma perda de eficiência face ao esquema *cap-and-trade*, mesmo sem se considerarem os custos de administração. Já no curto prazo, com capacidade de produção fixa, o subsídio à produção não produz efeito, pelo que se prevêm resultados idênticos entre ambos os esquemas.

Existem na literatura alguns estudos que comparam o desempenho de mercados de direitos de emissão com base relativa e absoluta, para além de analisarem também as consequências da sua ligação. Dewees (2001), por exemplo, compara os resultados obtidos com programas de transacção de direitos de emissão de base absoluta e relativa, no que respeita ao impacto sobre os custos médios e marginais de produção das empresas, ao preço de mercado dos títulos de emissão e às taxas de emissão. Também destaca a questão da eficácia ambiental do programa, considerando que a mesma é posta em causa quando se opta por um sistema de base relativa, já que o nível da qualidade ambiental que o mesmo consegue obter passa a ser incerto, dependendo do nível de actividade das empresas. Isto em oposição ao que acontece em sistemas do tipo *cap-and-trade* onde o resultado ambiental é certo, mesmo que a economia esteja em crescimento. Dewees (2001) conclui que se a quantidade de títulos colocada no mercado, num sistema *cap-and-trade*, for escolhida de forma eficiente, o custo marginal do produto das empresas abrangidas passa a incluir o custo social associado aos danos ambientais causados pelo processo produtivo das mesmas. Num mercado concorrencial, isso implica que se estabelece o preço economicamente eficiente para o produto. No entanto, se a opção for a de utilizar um sistema do tipo *baseline-and credit*, o custo marginal do produto é inferior ao preço eficiente, mesmo nas situações em que o resultado ambiental final é equivalente ao do sistema *cap-and-trade*. Dewees (2001) justifica esta conclusão lembrando que o custo médio e marginal do produto das empresas aumentam e diminuem, consoante o nível de actividade, no sistema *cap-and-trade*, o mesmo não sucedendo com o sistema *baseline-and credit*. Ora, se os danos marginais sociais aumentam com as emissões (que, por sua vez, aumentam com o nível de actividade das empresas, *ceteris paribus*), o sistema *baseline-and credit* não reflecte os respectivos custos sociais, associados à variação nas taxas de emissão. Por outro lado, tem ainda a desvantagem de não conseguir incentivar qualquer redução temporária da produção, apesar dos danos causados pelas emissões, como faz o sistema *cap-and-trade*, nomeadamente através da redução do nível de actividade das empresas.⁵⁰ Isso significa, portanto, que com esta última opção a externalidade negativa da poluição não é totalmente internalizada, pelo que o sistema *cap-and-trade* se revela preferível.

⁵⁰Com base no exemplo que utilizou - a produção de electricidade -, Dewees (2001) salienta ainda que o sistema *baseline-and-credit* pode implicar a atribuição de um subsídio ao consumo de determinado combustível, desencorajando a mudança para combustíveis mais limpos. Tal verificava-se no caso analisado porque a base estabelecida se relacionava com o consumo do carvão. Recomendava, portanto, que esse esquema se baseasse no consumo total de combustíveis ou no nível de produto das empresas, por forma a conseguir-se um menor nível de emissões totais.

Anteriormente, também Muller (1999) comparou os resultados entre estes dois planos de transacção de emissões, tendo desenvolvido um modelo analítico para o efeito. O seu principal destaque vai para o facto do sucesso de um sistema do tipo *baseline-and-credit* depender do limite ambiental imposto. Ou seja, salienta que este deve ser suficientemente forte para igualar o preço dos créditos aos danos marginais causados pelas emissões.⁵¹ Caso contrário, se se fixarem limites ambientais baseados no *business-as-usual* (BAU), eliminam-se as potenciais vantagens associadas à transacção dos CRE. Ora, segundo Muller (1999), o principal problema do CDM proposto pelo Protocolo de Quioto, consiste precisamente no facto de estabelecer limites muito generosos, anulando assim os incentivos ao aparecimento de sinais de preço adequados ao controlo da poluição.

Por outro lado, Muller (1999) analisou ainda a combinação de um sistema de transacção de créditos de redução de emissões com um sistema de transacção de títulos do tipo *cap-and-trade*. Concluiu que essa combinação diminui a restrição em termos de emissões poluentes no sistema *cap-and-trade* e reduz os preços dos títulos transaccionados.⁵² Ou seja, Muller (1999) sugere ser desapropriado colocar a funcionar simultaneamente planos de transacção de emissões distintos, um com base absoluta outro com base relativa, como prevê o Protocolo de Quioto. Para além disso, aponta a possibilidade de dupla contabilização das reduções das emissões poluentes como um outro problema potencial da conjugação destes dois planos.

Fischer (2003) analisa igualmente as consequências da ligação entre esquemas absolutos e relativos para transacção de direitos de emissão, através de uma análise de equilíbrio parcial. Esta autora demonstra também que a livre transacção de títulos entre programas do tipo *cap-and-trade* e *baseline-and-credit* aumenta o nível de emissões totais destes dois esquemas combinados, sempre que os mercados do produto são independentes.⁵³ Salienta portanto que, para se poderem avaliar as

⁵¹ Stavins (2003) refere alguns exemplos de aplicações práticas deste tipo de plano na economia americana, com o intuito de destacar questões que necessitam ainda de investigação futura adicional (por exemplo, o programa de transacção de emissões da EPA; o programa para a transacção de chumbo entre refinarias de gasolina; o programa para os produtores de motores de pesados e autocarros; o mercado para a qualidade da água).

⁵² Aliás, Muller (1999) salienta que no longo prazo, a combinação entre estes dois tipos de planos pode mesmo acabar com qualquer restrição sobre as emissões poluentes totais. Isto porque, ao venderem-se CRE às empresas que se encontram inseridas no sistema *cap-and-trade*, permite-se-lhes emitir uma quantidade adicional de poluentes, correspondente a esses mesmos créditos. Se no sistema *baseline-and-credit* não houver um limite restritivo quanto às emissões totais, e o custo de redução das emissões em países menos desenvolvidos for reduzido, serão colocados no mercado *cap-and-trade* cada vez mais CRE, a baixo preço, o que faz com que também o preço dos títulos de emissão baixe e diminua cada vez mais o incentivo das empresas em abaterem a poluição.

⁵³ Fischer (2003) refere uma excepção para esse resultado, quando os mercados do produto se relacionam de formas específicas. Um dos exemplos que apresenta é o de empresas reguladas que se inserem no mesmo sector, produzindo, portanto, bens substitutos. Se a transacção dos títulos entre os dois esquemas der origem a uma diminuição dos preços dos direitos de emissão para as empresas do sector abrangido pelo esquema *cap-and-trade*, este torna-se relativamente mais competitivo provocando uma diminuição da procura

consequências da ligação entre estes dois tipos de programas é necessário ter em consideração o tipo de interacção que existe entre os mercados do produto dos sectores regulados. E se essa ligação der efectivamente origem a um aumento de emissões totais, Fischer (2003) aponta a necessidade de se implementar algum tipo de política de compensação, que garanta que, mesmo após a transacção de títulos entre os dois esquemas, o nível de emissões total seja igual ao que se obteria com os dois programas a funcionar isoladamente.⁵⁴

Sobre as questões da equivalência de resultados entre mercados para transacção de direitos de emissão com base relativa e com base absoluta, e as consequências da ligação entre estes dois sistemas distintos, são escassas as experiências laboratoriais existentes. Em nosso conhecimento, apenas os trabalhos de Buckley (2004) e Buckley *et al.* (2003; 2005a; e 2005b) testam experimentalmente o funcionamento dos dois esquemas alternativos para o mercado de direitos de emissão, mas não as consequências da sua ligação. Utilizando a metodologia experimental, estes autores procuram avaliar se os ganhos potenciais previstos pela teoria económica para ambos os esquemas, são efectivamente conseguidos. O principal contributo inovador destas experiências consiste na inclusão do esquema *baseline-and-credit*, já que esta metodologia não tinha ainda sido utilizada para o efeito, ao contrário de sistemas *cap-and-trade*, amplamente representados em experiências laboratoriais. Por outro lado, é também inovador o facto destes autores terem representado estes dois sistemas no longo prazo, e não apenas no curto prazo, como habitualmente.

Dos resultados obtidos, Buckley (2004) e Buckley *et al.* (2003; 2005a; e 2005b) concluem que, no curto prazo, não existe diferença nos níveis de emissões totais nem no nível global de eficiência dos dois esquemas alternativos de transacção de emissões, tal como previsto pela teoria económica. No longo prazo, isto é, com capacidade produtiva e tecnologia de abatimento variáveis, Buckley *et al.* (2005b) confirmam experimentalmente as previsões teóricas: o nível de equilíbrio do produto e das emissões poluentes em esquemas do tipo *baseline-and-credit* é maior do que o do tipo *cap-and-trade*. Ou seja, os seus resultados experimentais confirmam a menor eficiência

pelos produtos das empresas abrangidas pelo esquema *baseline-and-credit*, logo uma diminuição da produção desse sector e das próprias emissões. Como as emissões totais do programa *cap-and-trade* são fixas, o resultado final da combinação destes dois esquemas seria, portanto, a diminuição global das emissões poluentes.

⁵⁴ Fischer (2003) sugere três políticas alternativas possíveis: i) tributação dos produtos do sector regulado pelo esquema *baseline-and-credit*, por forma a limitar o crescimento do output e consequentes emissões; ii) aplicação de uma taxa de troca entre os títulos de diferentes esquemas; iii) redução dos limites de emissões fixados. Porém, todas as hipóteses que aponta têm diversas desvantagens, sobretudo se os esquemas a ligar forem de diferentes países. Seria impraticável, por exemplo, a tributação de produtos dos sectores regulados por esquemas *baseline-and-credit*, por parte de um qualquer outro país com um esquema *cap-and-trade*.

ambiental do esquema *baseline-and-credit* no longo prazo, e a sua equivalência ao esquema *cap-and-trade* no curto prazo.

Ora, estando prevista pelo protocolo de Quioto a criação de sistemas para transacção de direitos de emissão dos dois tipos, bem como a sua ligação, serão necessários estudos futuros para confirmarem os resultados entretanto obtidos por estes autores. Daí poderão resultar indicações de política adicionais acerca dos detalhes a que é necessário prestar particular atenção, na implementação de esquemas desta natureza.

3.2.2 – Distribuição gratuita vs. leilão

Como referimos no início do capítulo, o método originalmente adoptado para a distribuição inicial dos direitos de emissão era considerado apenas importante em termos de equidade. Por exemplo, a decisão de distribuir estes direitos de forma gratuita ou vendê-los num leilão inicial, implica diferentes distribuições dos custos de abatimento da poluição pelos agentes envolvidos. Isto porque, sempre que é imposta uma restrição ambiental, nomeadamente através da introdução dos títulos de emissão, aumentam os custos dos bens cuja produção requer, directa ou indirectamente, a utilização desses títulos. Ora, se a opção for a de os distribuir gratuitamente às empresas que produzem esses produtos, não existe qualquer fundo disponível para compensar os consumidores finais do aumento de preços que esses produtos irão sofrer. Se, pelo contrário, a opção for a de leiloar os direitos de emissão disponíveis, o rendimento gerado pode ser usado pelo regulador para compensar os consumidores finais afectados (por exemplo, através da diminuição de impostos), possibilitando a correcção de qualquer inequidade.

Porém, existem na literatura económica diversos estudos que defendem que a escolha entre a distribuição gratuita e o leilão é uma questão com implicações mais amplas, nomeadamente, em termos de eficiência. Sobretudo quando se constata que a implementação do mercado de transacção de títulos não é feita nas condições teóricas, isto é nomeadamente, com uma estrutura de concorrência perfeita, verificando-se, pelo contrário, a presença de falhas de mercado. Considera-se, nesse caso, que a forma de distribuição inicial dos títulos pode exercer forte influência sobre os resultados finais.

O estudo teórico e experimental de Benz e Ehrhart (2007), por exemplo, procura avaliar o impacto das regras de afectação inicial dos direitos de emissão, para o caso

específico do mercado europeu para transacção de CO₂. Para o efeito, analisam quatro cenários: 1) apenas *grandfathering*; 2) apenas leilão inicial; 3) *grandfathering* e leilão, que permite apenas compras (*one-sided auction*); 4) *grandfathering* e leilão duplo. Estes autores concluem que a regra de afectação inicial dos títulos de emissão influencia e determina uma correcta descoberta do preço de mercado. Nos cenários que contemplaram, apenas com um leilão duplo o preço de mercado se aproxima do verdadeiro preço de escassez de mercado.

Cramton e Kerr (2002), por seu lado, apresentam de forma sistemática alguns dos argumentos em defesa do leilão inicial dos títulos de emissão, em oposição à sua distribuição gratuita. Agrupam-nos essencialmente em quatro pontos que passamos a descrever.

Em primeiro lugar, defendem que a receita arrecadada com o leilão destes títulos poderia ser utilizada para reduzir distorções provocadas por impostos aplicados sobre outros factores.⁵⁵ Na literatura, costuma classificar-se este argumento por “duplo dividendo”, por se considerar possível atingir determinado objectivo ambiental e, simultaneamente, tornar mais eficiente o sistema tributário do país, através da reciclagem de receitas.

Não existe, porém, consenso sobre este ponto, considerando-se até que, pelo contrário, a interacção entre uma política ambiental deste tipo e outro tipo de impostos já existentes, pode implicar custos ainda mais elevados do que os previstos para se atingir determinado objectivo ambiental.⁵⁶ Os próprios Cramton e Kerr (2002) reconhecem os resultados de estudos que demonstram que uma regulação deste tipo

⁵⁵ Este é um argumento defendido também por Goulder *et al.* (1997). Com base em modelos de equilíbrio geral, estes autores concluem que se pode atingir determinado objectivo ambiental ao menor custo utilizando para o efeito políticas ambientais geradoras de receitas fiscais, por sua vez utilizadas para diminuir impostos já existentes sobre outros factores. Os modelos desenvolvidos por Goulder *et al.* (1997) salientam sobretudo a importância e a necessidade de se considerarem os impactos das políticas ambientais num contexto de segundo óptimo e não de primeiro óptimo, tendo em conta que a sua implementação é feita já num ambiente regulado noutros sectores e, consequentemente, com outras distorções para além da externalidade ambiental. Os trabalhos de Parry (1997) e Parry *et al.* (1999) abordam também esta questão, realçando a sua importância para uma escolha correcta do instrumento de política a adoptar, especificamente para lidar com o problema das alterações climáticas globais. Estes autores concluem que, se forem ignoradas as distorções provocadas por impostos previamente existentes, a avaliação do sinal e magnitude dos impactos sobre o bem-estar de políticas de abatimento do carbono pode vir totalmente errada. Aliás, Parry *et al.* (1999) concluem que, na presença de outras distorções, anteriores à introdução da regulamentação ambiental, a tributação do carbono seria preferível à criação de um mercado para transacção de direitos de emissão, com afectação inicial gratuita. Esta é uma conclusão contrária às indicações da literatura económica tradicional que, habitualmente, considera equivalentes estes dois instrumentos. Parry *et al.* (1999) defendem, portanto, o leilão dos direitos de emissão de CO₂, em vez da sua distribuição gratuita, já que as receitas conseguidas poderiam ser usadas para diminuir as distorções de mercado já existentes, proporcionando, portanto, ganhos de eficiência muito superiores aos obtidos com a criação de um mercado para transacção de direitos de emissão com distribuição inicial gratuita.

⁵⁶ A divergência de opiniões e resultados acerca da avaliação dos custos associados às políticas ambientais deve-se, em grande parte, ao facto da maioria se basear em modelos de equilíbrio parcial. Oates (1995) salienta precisamente esta questão e aponta a necessidade de se ser cauteloso ao retirar conclusões de política a partir de análises de equilíbrio parcial, ou mesmo análises de equilíbrio geral que ignorem as distorções previamente existentes no sistema. Ou seja, este autor salienta a impossibilidade de se preverem correctamente os efeitos de qualquer regulamentação ambiental, sem se contemplarem as distorções e regulamentações existentes e anteriores à mesma.

para o carbono, nos EUA, não geraria este duplo dividendo. No entanto, consideram que, ainda assim, se devem leiloar os títulos de emissão, já que a sua distribuição gratuita implicaria a perda destas receitas para posterior “reciclagem”, e o aumento do custo da regulação ambiental, quando comparado com o sistema de leilão. Cramton e Kerr (2002) admitem, porém, que o poder deste argumento em defesa do leilão inicial dos títulos de emissão depende grandemente da maior ou menor confiança dos agentes económicos na eficiência dos sistemas fiscais e nos governos de cada país.

Em segundo lugar, Cramton e Kerr (2002) consideram que os direitos de emissão inicialmente leiloados proporcionam maiores incentivos à eficiência dinâmica, isto é, à inovação tecnológica. Isto porque, como a inovação tecnológica consegue, à partida, uma diminuição dos custos marginais de abatimento da poluição, também o preço de equilíbrio dos títulos de emissão será menor. Ora, quando as empresas têm de pagar para adquirir esses títulos, têm maiores incentivos à inovação do que quando os obtêm gratuitamente já que, neste caso, a redução do valor dos títulos de emissão não lhes traz ganhos, por serem sua propriedade.

O terceiro argumento referido por estes autores é o de que os títulos leiloados proporcionam maior flexibilidade na distribuição dos custos de abatimento. Este é um ponto relacionado com a questão da equidade e não da eficiência: Cramton e Kerr (2002) salientam que o leilão inicial dos títulos de emissão proporciona uma maior flexibilidade na compensação dos agentes afectados pela poluição, pelo que mais facilmente se consegue atingir a equidade.⁵⁷

O quarto e último ponto apontado por Cramton e Kerr (2002) é o de que a opção por leiloar inicialmente os títulos de emissão reduziria os custos administrativos e os atrasos na implementação de um programa ambiental deste tipo. Isto porque se reduziria a necessidade de debate e argumentação política acerca da distribuição das rendas, que está em causa quando se atribuem mais ou menos títulos a um ou a outro sector. No entanto, quando a opção recai sobre o leilão dos títulos de emissão, o principal

⁵⁷ Cramton e Kerr (2002) avaliam as consequências da eventual criação de um mercado americano para transacção de CO₂ e da opção entre a distribuição gratuita dos títulos ou o seu leilão inicial. Com base nas suas estimativas para os custos marginais de abatimento do carbono, inerentes à obtenção do objectivo ambiental estabelecido, Cramton e Kerr (2002) concluem que as receitas do leilão destes títulos corresponderiam a cerca de 2% do PNB americano anual. Ora, como o custo marginal de abatimento do CO₂ não vem alterado pelo facto dos títulos serem distribuídos gratuitamente ou leiloados, mas apenas a propriedade inicial dos mesmos, a diferença estaria no facto de serem as empresas de produção de energia (principais visadas pela regulamentação em causa) e não os contribuintes ou os agentes afectados pela poluição a receberem a receita extra. Para além dos argumentos genéricos que apontavam a favor do leilão inicial dos títulos, Cramton e Kerr (2002) consideram que, para este exemplo em concreto, o facto de se prescindir anualmente de arrecadar este montante de receitas, com a opção de distribuir gratuitamente os títulos, constitui um argumento suficiente, em termos de equidade, para defender o leilão inicial. De forma idêntica, também Burtraw *et al.* (2001) concluem que o leilão dos direitos de emissão, num programa específico para o sector eléctrico, implicaria cerca de metade dos custos para a sociedade do que se os mesmos fossem distribuídos gratuitamente.

problema está em conseguir-se o apoio necessário à implementação do próprio programa, pois tal depende em grande parte da anuência das indústrias envolvidas que, obviamente, preferem a distribuição gratuita dos títulos. E esta é a principal justificação para a habitual opção política pela sua distribuição gratuita.⁵⁸

Cramton e Kerr (2002) terminam referindo que, como são as forças da oferta e da procura, e as respectivas elasticidades, que determinam os custos de atingir determinado objectivo ambiental, e não quem está legalmente obrigado a cumprir a regulamentação, o governo não tem motivos nem de eficiência nem de equidade para dar os rendimentos de escassez à indústria. Portanto, consideram que a melhor forma de controlar as alterações climáticas, nomeadamente as emissões de CO₂, minimizando os custos e distribuindo as rendas de forma justa, é através da criação de um mercado para transacção de direitos de emissão, com distribuição inicial feita através de leilão.⁵⁹

No entanto, ainda que existam argumentos económicos relevantes para a adopção do leilão como forma de distribuição inicial de títulos de emissão, este tipo de instrumento não reúne normalmente condições de aceitabilidade política, por ser considerado apenas como mais uma forma de angariação de receitas públicas. Já na década de 80, Hahn e Noll (1982) efectuaram uma proposta concreta cujo objectivo era, precisamente, anular este argumento contra a implementação de mercados de direitos de emissões, com leilão inicial, propondo um leilão neutro em termos de receitas – RNA, da sua designação original, *Revenue Neutral Auction*. Ou seja, Hahn e Noll (1982) sugerem que, depois de numa primeira fase, todos os direitos de emissão serem distribuídos gratuitamente, as empresas fossem obrigadas a oferecer esses títulos para venda num leilão organizado pela autoridade reguladora competente. Ou seja, todas as empresas teriam de participar neste leilão, como compradoras, revelando cada uma as suas valorizações, que constituem a própria curva da procura de títulos de emissão. A característica particular do leilão proposto por estes autores (RNA) consiste no sistema de distribuição das receitas obtidas pelo regulador. Hahn e Noll (1982) sugerem que

⁵⁸ Tendo em conta esta realidade, Böhringer e Lange (2005) derivam um esquema óptimo para a distribuição gratuita de títulos de emissão num contexto dinâmico. Ou seja, consideram esquemas de afectação baseados no nível de emissões ou no nível de output que permitam actualizar a base de afectação ao longo do tempo, em vez de se basearem apenas em dados históricos. Como estes esquemas de afectação funcionam essencialmente como um subsídio à produção, Böhringer e Lange (2005) relacionam o seu estudo com as regras de tributação óptima.

As conclusões a que chegam Böhringer e Lange (2005) para o design óptimo deste esquema dependem do facto de se tratar de um sistema de transacção de direitos de emissões fechado (nacional ou local) ou aberto (ligado a um mercado mundial). Para o primeiro caso, concluem que a distribuição inicial deve ser linear em relação aos níveis de emissão passados, sendo essa uma política de primeiro-óptimo, enquanto que para mercados abertos só é possível a determinação de uma política de segundo-óptimo, baseada normalmente na combinação dos níveis da produção e das emissões.

⁵⁹ Para o exemplo que utilizam, da criação de um mercado americano para transacção de CO₂, consideram que, dos diversos tipos de leilões possíveis, a opção deveria recair sobre um leilão do tipo inglês – oral e com licitações ascendentes -, com periodicidade trimestral.

cada empresa receba um pagamento igual ao valor de mercado dos títulos que lhe tinham sido distribuídos inicialmente de forma gratuita. Isso significa, portanto, que quem compra no leilão mais títulos do que os inicialmente atribuídos efectua um pagamento positivo à entidade reguladora - compradores líquidos -, e quem compra menos títulos do que os inicialmente atribuídos recebe um pagamento líquido do regulador - vendedores líquidos. Assim, o regulador não arrecada quaisquer receitas com este leilão, já que o total dos pagamentos é igual ao total dos recebimentos, o que justifica a designação dada a esta proposta de Hahn e Noll (1982) - leilão neutro em termos de receitas (RNA).

Esta proposta de Hahn e Noll (1982) tinha como principal preocupação garantir uma maior atractividade política dos mercados para transacção de direitos de emissão, com leilão inicial dos mesmos, mas implicava, no entanto, que se perdessem algumas das vantagens associadas à sua defesa. Nomeadamente, a possibilidade de reciclagem das receitas para diminuição de distorções provocadas pela tributação de outros factores, ou mesmo a compensação dos agentes afectados pela poluição causada por estas empresas.⁶⁰

Apesar das dificuldades políticas existentes para a implementação de mercados para transacção de direitos de emissão, com leilão inicial dos mesmos, parecem existir argumentos e estudos diversos que defendem a sua superioridade face à distribuição gratuita. Kling e Zhao (2000), por exemplo, mostram que quando os mercados de direitos de emissão influenciam as decisões de entrada e saída na indústria por parte de empresas competitivas, a proporção eficiente de títulos leiloados *vs.* distribuídos gratuitamente depende da natureza do poluente.⁶¹ Ou seja, no longo prazo, este aspecto do funcionamento do mercado, que é a afectação inicial de direitos de emissão, pode ter

⁶⁰ Franciosi *et al.* (1993) testaram laboratorialmente o desempenho deste tipo de leilão, para múltiplas unidades, proposto por Hahn e Noll (1982). Comparando o RNA com o leilão de preço único, estes autores procuravam aferir se o tipo de mercado proposto por Hahn e Noll implicava alterações nos resultados finais. Ou seja, tendo em conta a semelhança entre o mecanismo de preços do RNA e do leilão de preço único, Franciosi *et al.* (1993) procuravam testar as implicações da característica distintiva do RNA, a forma de redistribuição das receitas do leilão. Tendo em conta a vantagem do RNA reunir maior apoio político, tornava-se pertinente confirmar se esta característica era ou não relevante para o desempenho do mercado.

Com os resultados experimentais obtidos, Franciosi *et al.* (1993) concluíram que a adição da neutralidade das receitas arrecadadas pelo regulador, a um leilão de preço uniforme, não altera o comportamento e resultados habituais nos mesmos. A principal diferença encontrada nos resultados experimentais obtidos com a utilização de um ou outro tipo de leilão foi na distribuição dos ganhos. Ou seja, Franciosi *et al.* (1993) concluíram que as diferenças eram relativas apenas à equidade e não à eficiência, argumentando, portanto, a favor da superioridade do leilão do tipo RNA proposto por Hahn e Noll (1982).

Posteriormente, Franciosi *et al.* (1999) levam a cabo mais experiências que incluem novamente esta característica de um leilão inicial de títulos, neutro em termos de receitas. No entanto, estas experiências tinham por objectivo principal testar a estrutura definida pela EPA para a transacção de direitos de emissão de SO₂, procurando reproduzir laboratorialmente as mesmas, e não apenas testar a proposta de Hahn e Noll (1982). Incluem essa característica, entre outras, porque a EPA previa também a sua introdução, pelo menos para parte do mercado.

⁶¹ Kling e Zhao (2000) concluem que, para poluentes globais todos os títulos deveriam ser leiloados, mas para os poluentes locais, alguns deveriam ser distribuídos gratuitamente.

implicações nos custos totais de abatimento, ou seja, na eficiência. À medida que vamos identificando as falhas de mercado existentes em mercados de direitos de emissão, a distribuição inicial de títulos assume uma importância cada vez maior, como factor determinante da eficiência final deste instrumento de política. No entanto, sendo esta uma decisão política muito delicada, pode originar comportamentos estratégicos no que respeita à política ambiental em questão.⁶² Como concluem Bohi e Burtraw (1997) e Schmalensee *et al.* (1998), por exemplo, ao analisarem em pormenor as regras de distribuição dos títulos de emissão de SO₂ entre os diversos Estados dos EUA, os interesses dos grupos políticos, a influência no congresso, bem como outras considerações de política eleitoral, têm impactos muito subtis e complexos. Portanto, é natural que a distribuição inicial dos títulos de emissão se desvie daquela que seria a mais eficiente, se for decidida administrativamente.

3.2.3 – Validade dos títulos emitidos

A ideia original de Crocker (1966) e Dales (1968) consistia na criação de mercados para transacção de direitos de emissão entre empresas. A posterior formalização analítica deste conceito, por parte de Montgomery (1972), mostrava isso mesmo: as vantagens associadas à transacção de títulos, em determinado período. Nenhum destes autores considerava a hipótese de permitir a sua transacção entre diferentes períodos. Só muito posteriormente a questão da transacção intertemporal de títulos de emissão veio a ser considerada pertinente, dando origem a diversas análises sobre o comportamento do mercado, face à introdução desta característica adicional. É o caso, por exemplo, de Rubin (1996), que analisa o problema da minimização dos custos de controlo das emissões poluentes ao longo do tempo, por parte de um conjunto de empresas heterogéneas sujeitas a regulamentação ambiental, através da atribuição anual, por parte do regulador, de títulos que podem ser transaccionados entre empresas e ao longo do tempo. Ou seja, permite-se aquilo que na literatura anglo-saxónica se designa por

⁶² Pralong (2004), por exemplo, salienta essa possibilidade, devido às implicações que a afectação inicial dos direitos de emissão pode ter sobre as regras do comércio internacional. Num mercado internacional do produto caracterizado por concorrência imperfeita, Pralong (2004) conclui mesmo que existe tendência para que o governo nacional actue estrategicamente, diminuindo a restrição ambiental, fixando um nível de títulos de emissão a distribuir gratuitamente maior do que o óptimo social. Ou seja, para aumentar a competitividade internacional das suas empresas, o regulador nacional prescinde, pelo menos em parte, da internalização dos danos ambientais, enfrentando, portanto, um *trade-off* entre estes dois objectivos. Daí a sugestão do autor para que a distribuição inicial de títulos de emissão transaccionáveis, fosse harmonizada entre os países que concorrem no mesmo mercado internacional do produto.

banking e *borrowing* dos títulos. Poupança ou *banking* de títulos corresponde à possibilidade de utilização em períodos posteriores de títulos emitidos para o momento actual. Empréstimo ou *borrowing* de títulos corresponde à possibilidade de utilização no presente de títulos que a empresa sabe que lhe vão ser atribuídos em períodos futuros.

A modelização em tempo contínuo de Rubin (1996) permite determinar um padrão óptimo para as emissões poluentes ao longo do tempo. Assim, conclui que quando se permite que as empresas poupem títulos de emissão para utilização futura, e os padrões de qualidade ambiental se tornam cada vez mais exigentes ao longo do tempo - ou seja, se permitem cada vez menos emissões poluentes - uma poupança efectiva das empresas diminui os danos ambientais totais do período em consideração. Pelo contrário, nesta situação, o *borrowing* de títulos implica uma transferência de emissões futuras para o presente e, conseqüentemente, um aumento dos danos ambientais.

No entanto, a principal conclusão de Rubin (1996) é a de que a possibilidade de *banking* e *borrowing* dos títulos de emissão por parte das empresas diminui os custos de cumprimento das restrições ambientais impostas às empresas, ao permitir que estas ajustem o seu fluxo de emissões de forma mais flexível ao longo do tempo. Estas decisões de *banking* e *borrowing* de títulos de emissão por parte das empresas dependem, porém, da comparação dos custos de abatimento presentes e futuros, estes últimos actualizados a uma determinada taxa de desconto. Rubin (1996) salienta a importância destas taxas de desconto para os incentivos das empresas em pouparem ou pedirem emprestados títulos de emissão.

No seguimento de Rubin (1996) surge o trabalho de Kling e Rubin (1997), que analisa o sistema de transacção de títulos com utilização intertemporal não só da perspectiva individual das empresas mas também da perspectiva do bem-estar social. A conclusão a que chegam é que, em muitos casos, a solução privada não corresponde à socialmente óptima. Se, a partir do trabalho de Rubin (1996) poderíamos ser tentados a concluir que o *banking* e *borrowing* de títulos de emissão são socialmente desejáveis, por permitirem obter o mesmo total de emissões, correspondente à sua soma ao longo do tempo, ao menor custo actual, Kling e Rubin (1997) argumentam em sentido contrário. Isto porque, os danos totais da poluição podem depender não só da quantidade total de emissões poluentes mas também do momento em que ocorrem. Logo, o *banking* de títulos pode aumentar o valor presente dos danos sociais, da

mesma forma que, ao descontarem os custos futuros de abatimento, as empresas podem ser induzidas a pedir demasiados títulos emprestados relativamente ao óptimo social. De notar que, esta conclusão, de acordo com a evidência científica actual, não se aplica ao problema do controlo das emissões de CO₂ (uma vez que apenas o total de emissões mundiais é relevante) mas deve ser tomada em consideração para outro tipo de poluentes.

Por esse motivo, Kling e Rubin (1997) propõem a construção de um sistema modificado, que não permita transacções de títulos entre períodos na base de um-por-um, penalizando, por exemplo, o pedido de empréstimo de emissões com a taxa de desconto. Ou seja, tal como um banco financeiro, este sistema de *banking* modificado paga juros sobre as poupanças e o de *borrowing* recebe juros sobre os débitos. Desta forma, se os títulos emprestados forem descontados à taxa correcta, a solução privada e social convergem, desde que os danos sociais sejam lineares com as emissões e estacionários. Portanto, com danos totais independentes do momento em que ocorrem as emissões, alcança-se a solução de primeiro-óptimo com a poupança, pedido de empréstimo e transacção dos direitos de emissões poluentes, por parte das empresas. No entanto, Kling e Rubin (1997) advertem que para danos sociais não lineares ou em mudança, o sistema de *banking* modificado não garante o nível óptimo de emissões e de produção.

Num trabalho publicado posteriormente, Cronshaw *et al.* (1999b) efectuam uma extensão do trabalho de Montgomery (1972), para incorporar formalmente a dinâmica nos mercados para transacção de direitos de emissão. Ou seja, estes autores consideram o impacto do *banking* de títulos sobre as emissões de equilíbrio e o padrão de preços. Também estes autores mostraram que o custo mínimo do sistema com *banking* é pelo menos tão baixo como o custo do sistema sem *banking*. Logo, defendem a sua introdução porque permite às empresas ainda maior flexibilidade na gestão das suas emissões poluentes.⁶³

O estudo de Leiby e Rubin (2001) ajusta-se de forma mais adequada ao problema das emissões do CO₂, já que contempla os poluentes que criam danos ambientais através das suas emissões e os que o fazem através da sua acumulação.

⁶³ Cronshaw *et al.* (1999b) reconhecem, porém, que para tornar o modelo dinâmico mais útil seriam necessários alguns alargamentos, incluindo características entretanto já introduzidas nos modelos estáticos, como é o caso do poder de mercado, das características específicas de determinada instituição de mercado, da incerteza, etc. Acrescem ainda que, tal como para todos os outros modelos de equilíbrio, seria importante perceber como são formados os preços de equilíbrio, pois a decisão das empresas sobre pouparem títulos para futuro ou não (*banking*) depende de forma crucial das expectativas sobre os preços no futuro. Deixam estes desenvolvimentos como indicação para investigação futura.

Adicionalmente, analisa ainda a transacção intertemporal de títulos quando é previamente definido um determinado padrão temporal na afectação dos títulos através, nomeadamente, de negociações políticas ou diplomáticas. Leiby e Rubin (2001) estimam um modelo que reflecte as condições previstas no Protocolo de Quioto, mas com um horizonte temporal mais longo, determinando, dessa forma, a taxa de desconto óptima para o *banking* de títulos de gases como o CO₂, isto é, sem danos de fluxo. Tal como os estudos anteriores, defendem uma taxa de transacção intertemporal não-unitária, considerando, porém, que o impacto sobre os custos de uma incorrecta definição da mesma depende da evolução provável das emissões não abatidas bem como da sensibilidade dos danos ambientais ao longo do tempo. Já Stevens e Rose (2002), a partir do modelo de simulação que desenvolvem para análise do mercado internacional de transacção de GEE, previsto pelo Protocolo de Quioto, concluem que a transacção intertemporal de títulos (*banking e borrowing*) traz ganhos líquidos muito reduzidos. Isto porque, a diminuição nos custos actualizados do abatimento da poluição, proporcionada pelos pedidos de empréstimos de títulos, é eliminada por custos marginais de abatimento exponencialmente mais elevados, quando este abatimento tem de ser pago em data posterior. Para um potencial mercado americano para o CO₂, Cramton e Kerr (2002) defendem o *banking* dos títulos de emissão por considerarem daí não resultar qualquer perda ambiental e assim se aumentar a liquidez dos mercados secundários, já que todos os títulos são idênticos após a sua data de emissão.

Na mesma linha de investigação, Yates e Cronshaw (2001) procuram resposta essencialmente para duas questões. Por um lado, saber se o *banking e borrowing* de títulos de emissão deve ser sempre permitido ou não e, por outro, sendo permitido, qual a taxa de desconto a utilizar. Para o efeito, estes autores estruturam o seu estudo com base num modelo de informação assimétrica, isto é, num modelo em que as empresas poluentes têm melhor informação acerca dos custos de abatimento do que a entidade reguladora, que estabelece as regras do mercado. Para além de ser uma hipótese representativa da realidade, Yates e Cronshaw (2001) consideram que só assim faz sentido esta possibilidade: se o regulador possuísse informação perfeita sobre os custos de abatimento das empresas e os danos ambientais das emissões, não seria necessária a transacção intertemporal de títulos pois o número de emissão que colocariam no mercado em cada período seria exactamente o necessário.

Quanto à primeira questão que referimos, Yates e Cronshaw (2001) concluem que existem situações em que a transacção intertemporal de títulos diminui os custos sociais mas também o oposto, quando os danos causados pela concentração das emissões num determinado período são demasiado graves. De acordo com estes autores, os parâmetros críticos para a permissão, ou não, da transacção intertemporal de títulos são os declives da função agregada do custo marginal de abatimento e da função dos danos marginais sociais. Portanto, só depois de analisados estes parâmetros, caso a caso, se pode concluir se deve ou não permitir-se o *banking* e *borrowing* de títulos de emissão. Porém, quando se permite a transacção intertemporal de títulos, Yates e Cronshaw (2001) concluem, tal como Kling e Rubin (1997), que não é socialmente óptimo permitir a troca de um título no presente por um outro em momento futuro e que, dependendo dos casos, a melhor taxa de desconto dos títulos tanto pode ser maior ou menor que a taxa de juro do mercado.

Feng e Zhao (2006) procuram também avaliar a eficiência dos sistemas de transacção de direitos de emissão, com a possibilidade de utilização intertemporal. Centrando-se apenas na análise dos casos com taxa unitária e taxa não unitária, correspondente à taxa de juro do mercado, que, devido à sua simplicidade, têm maior probabilidade de ser adoptadas pelo regulador, chegam a conclusões semelhantes às de Yates e Cronshaw (2001). No entanto, o estudo de Feng e Zhao (2006) diferencia-se deste e de outros autores anteriores, nomeadamente porque identifica e distingue três efeitos sobre os títulos no mercado causados pela possibilidade de *banking*: o efeito informação, o efeito externalidade e o efeito sobre o total dos títulos de emissão. A sua identificação e separação é importante, de acordo com Feng e Zhao (2006), para uma melhor avaliação do impacto da transacção intertemporal de títulos de emissão sobre o bem-estar social. Aliás, segundo estes autores, é a dimensão relativa destes efeitos sobre o bem-estar social que vai determinar a eficiência do regime de títulos transaccionáveis. Concluem que um mercado para transacção de direitos de emissão, que permite o *banking* de títulos, só é mais eficiente do que outro onde tal não se verifica, se a curva dos benefícios marginais for mais inclinada do que a curva dos danos marginais. No entanto, ao contrário por exemplo de Kling e Rubin (1997), Feng e Zhao (2006) concluem que existem situações em que se pode usar uma taxa de troca intertemporal unitária, desde que a flexibilidade adicional daí proveniente proporcione mais benefícios do que danos ambientais.

Em suma, sendo este um aspecto dos mercados para transacção de direitos de emissão originalmente não contemplado na literatura, é actualmente uma das características a definir obrigatoriamente antes da sua implementação. Os estudos que referimos não são totalmente unânimes acerca das consequências da introdução da flexibilidade de transacção intertemporal dos direitos de emissão para a eficiência do mercado de transacção de direitos de emissão. Dependem, por exemplo, das características dos gases poluentes que estiverem a ser regulados e das respectivas funções custo e benefício marginal de abatimento, e da sua inclinação relativa.

Nesta matéria, são vários os estudos existentes com aplicação da metodologia da Economia Experimental. Procurando representar laboratorialmente mercados para transacção de direitos de emissão entre empresas e entre períodos, esta literatura contribui para um maior conhecimento das implicações em termos de eficiência desta alteração ao instrumento original.

Cronshaw e Brown-Kruse (1999a), por exemplo, ainda que representando um mercado muito específico, proposto pela EPA (agência para o ambiente dos EUA) para a transacção de SO₂ nos EUA, centram-se especificamente sobre a questão da utilização intertemporal dos títulos de emissão. Mesmo com um ambiente complexo, onde os agentes têm de tomar as suas decisões com base não só no custo marginal de abatimento do período actual mas também dos períodos seguintes, a instituição de mercado representada revelou-se funcional. Isto é, os resultados experimentais obtidos por Cronshaw e Brown-Kruse (1999a) mostraram que os participantes conseguiam realizar ganhos, efectuando transacções entre si e tomando decisões de *banking* de títulos. Desta forma, concluem que a instituição de mercado representada permite organizar de forma efectiva as trocas e constitui uma importante fonte de informação, através dos sinais de preços transmitidos.⁶⁴ No entanto, Franciosi *et al.* (1999), que utilizaram os mesmo parâmetros experimentais que Cronshaw e Brown-Kruse (1999a), concluem de forma diversa a este respeito.

Franciosi *et al.* (1999) constataam que nos tratamentos experimentais com *banking* de direitos de emissão, os resultados nunca estão próximos de convergir para o equilíbrio experimental de *banking* óptimo, apesar de existir evidência de algum *banking* realizado de acordo com o padrão eficiente. Os resultados de Franciosi *et al.*

⁶⁴ Cronshaw e Brown-Cruse (1999a) referem, porém, que o trabalho que efectuaram deveria ser posteriormente desenvolvido para contemplar a questão da possível incerteza quanto à procura de direitos de emissão – falha de mercado habitual neste mercado, que trataremos mais à frente. Por outro lado, referem ainda a necessidade de extensão futura destas experiências por forma a introduzirem um mercado de futuros para este tipo de activo.

(1999) não confirmam que mercados para transacção de direitos de emissão com *banking* sejam mais eficientes do que sem *banking*. Estes autores salientam ainda a dificuldade que parece existir por parte dos agentes do mercado em formar expectativas acerca dos preços futuros, sobretudo quando não têm grande experiência com o processo de trocas em causa e não existem dados observáveis sobre os mesmos. Franciosi *et al.* (1999) realçam ainda, em relação aos resultados obtidos, a evidência de bolhas, seguidas por quedas abruptas nos preços, quando se permite o *banking* de títulos. Ou seja, verificam que estes adquirem características de activos duradouros. A experiência anterior de Smith *et al.* (1988), ainda que não tratasse o caso específico dos títulos de emissão, tinha já mostrado a tendência para a formação de bolhas e *crashes* de preços em mercados com activos duradouros e salientado a importância da experiência dos agentes face às regras do mercado.

Também os resultados experimentais de Mestelman *et al.* (1999) confirmam que o *banking* dos direitos de emissão não proporciona ganhos face ao resultado de equilíbrio concorrencial, sem *banking*. Ainda que as experiências destes autores procurassem representar uma estrutura de mercado diferente da de Cronshaw e Brown-Kruse (1999a) e Franciosi *et al.* (1999) – procurava aproximar-se da proposta do governo do Canadá para criação de um mercado para transacção de direitos de emissão de NO_x e VOC e não do mercado americano para transacção de SO₂ - Mestelman *et al.* (1999) consideram que a característica comum que representaram, de permitir o *banking* dos títulos, justificava a reduzida eficiência registada nos três estudos.⁶⁵

Como referimos mais à frente, esta é, porém, uma característica extremamente relevante dos mercados para transacção de direitos de emissão na presença de determinadas falhas de mercado. Aliás, para solucionar as consequências negativas da incerteza sentida pelas empresas acerca do nível efectivo das suas emissões, o *banking* é mesmo apontado por inúmeros autores como uma característica indispensável. E mesmo os autores dos estudos experimentais que citamos referem que um dos desenvolvimentos necessários aos seus tratamentos experimentais é a introdução de uma componente aleatória na procura de títulos de emissão. Com essa alteração poderá então concluir-se do interesse, ou não, de introduzir esta alteração à ideia original de

⁶⁵ De qualquer forma, apesar de terem sido usados os mesmos parâmetros tecnológicos que os das experiências que procuram representar o plano proposto pela EPA, os resultados experimentais relativos ao plano de transacções previsto para o Canadá registou maiores poupanças nos custos de abatimento.

mercado para transacção de direitos de emissão.⁶⁶

Antes porém de considerarmos essa questão, passamos de seguida a abordar um outro aspecto da instituição de mercado a adoptar que se torna necessário definir: a regra de formação dos preços dos títulos de emissão.

3.2.4 – Regras de formação de preços dos títulos

Quer se opte pelo leilão inicial dos títulos de emissão ou pela sua distribuição gratuita, é necessária a definição das regras de participação e o método adoptado para a formação dos preços, quer no leilão quer no mercado secundário.

Esta é matéria habitual da Teoria dos Leilões mas não valorizada no modelo teórico original para o funcionamento dos mercados de direitos de emissão. Na literatura teórica sobre leilões, vários são os argumentos, favoráveis e desfavoráveis, acerca da utilização de uma ou outra estrutura específica para leilões. Sobretudo no que respeita aos incentivos para uma correcta revelação de valor, nas propostas de compra ou venda, leilões com preço único, leilões com preço discriminante, leilões do tipo inglês, do tipo holandês, etc., são recomendados para diferentes situações. No entanto, os modelos teóricos sobre leilões não contemplam a totalidade das características próprias dos direitos de emissão transaccionáveis.

Por um lado, os estudos teóricos sobre as vantagens e desvantagens das diversas estruturas dos leilões são em muito maior número para o caso em que apenas uma unidade é transaccionada do que para o caso em que são transaccionadas múltiplas unidades de um bem homogéneo ou heterogéneo. Num leilão de direitos de emissão, as empresas teriam de apresentar uma lista de propostas de compra, para cada unidade a adquirir (bem homogéneo), em vez de propostas únicas. Adicionalmente, estas empresas têm ainda a possibilidade de transaccionar essas unidades entre si, depois de terminado o leilão, num mercado organizado para o efeito. Ou seja, a possibilidade de revenda do bem adquirido no leilão é igualmente um factor que pode alterar os incentivos que as empresas possuem em revelar o verdadeiro valor que as licenças de emissão têm para si. Ou seja, sabendo que podem ainda tentar adquirir essas licenças às empresas que inicialmente as comprarem no leilão, podem optar por sub-valorizar as

⁶⁶ Para além disso, Mestelman *et al.* (1999) aponta a necessidade de testar o impacto de se introduzir também um mercado de futuros para os direitos de emissão.

suas propostas no leilão inicial, por forma a obter ganhos maiores. Ao conhecerem também o preço de equilíbrio dos títulos de emissão, no mercado secundário, podem usar essa informação para posteriormente fazerem as suas propostas de compra.

O comentário de Marin (1991) a estas duas características do caso particular do leilão para títulos de emissão transaccionáveis pretendia realçar o cuidado que é necessário na extrapolação para o leilão inicial dos títulos de emissão transaccionáveis, das vantagens e desvantagens geralmente apontadas para o leilão de outro tipo de produtos. Esta constitui, portanto, uma área de investigação teórica onde se esperam ainda vários desenvolvimentos futuros.

Porém, a questão da definição das regras de fixação de preços dos títulos de emissão não se coloca apenas quando se opta pelo leilão, como método de distribuição inicial. Quando a sua distribuição inicial pelas empresas é gratuita, é também necessário definir este aspecto para o mercado criado para a transacção dos direitos de emissão entre as próprias empresas. Aliás, este mercado é criado independentemente do método de afectação inicial dos títulos, o que significa que é sempre necessário especificar as regras de fixação de preços neste mercado, seja qual for o método de afectação inicial adoptado. Tendo em conta as particularidades do mercado em causa, e o facto do modelo teórico que o previa nada referir sobre o assunto, foram diversas as opções tomadas pelos reguladores sobre esta matéria. É sobretudo da análise dos principais sistemas para transacção de direitos de emissão, propostos ou já implementados, que surgem algumas das conclusões e recomendações, que passamos a descrever.

Do estudo que efectua às regras da instituição de mercado escolhida pela EPA para a transacção dos direitos de emissão de SO₂ nos EUA, Cason (1993) alerta para a possibilidade de estas darem origem a grandes enviesamentos dos preços de mercado, reduzindo significativamente a eficiência deste mercado e as vantagens inerentes à sua implementação.

A proposta da EPA previa preços discriminantes para os títulos transaccionados e não um preço único de mercado. Ou seja, todos os vendedores receberiam o preço de compra licitado por determinado comprador e cada comprador pagaria o preço que oferecesse. Daí que Cason (1993) considerasse existir incentivo para que os vendedores realizassem ofertas inferiores aos seus verdadeiros custos de controlo das emissões poluentes e os compradores oferecessem um preço muito abaixo dos seus custos, por saberem que teriam de pagar o preço que propusessem.

Cason (1995), Cason e Plott (1996) e Franciosi *et al.* (1999) testam laboratorialmente a questão levantada por Cason (1993) e respectivas conclusões.

Os resultados experimentais encontrados por Cason (1995) são consistentes com as previsões teóricas de Cason (1993): a estrutura de mercado escolhida pela EPA para transacção dos direitos de emissão de SO₂ fornece poucos incentivos para uma verdadeira revelação de valor por parte das empresas intervenientes no mercado, pondo em causa as vantagens potenciais da sua implementação.

Joskow *et al.* (1998) contestam a validade destas conclusões, pelo facto de Cason (1995) não ter representado a totalidade do mercado para transacções de SO₂ previsto pela EPA. Ou seja, como Cason (1995) não representa nas suas experiências o mercado privado, bilateral, previsto pela EPA, para além do mercado centralizado, Joskow *et al.* (1998) consideram que estas conclusões não servem como indicações de política para a EPA, verificando mesmo, empiricamente, que a estrutura de mercado centralizada prevista pela EPA se tornou apenas uma pequena parte de um mercado de emissões relativamente eficiente. Os dados recolhidos por estes autores revelaram que o comportamento aparente do leilão da EPA não é consistente com o argumento de Cason (1993, 1995) de que os preços dos títulos seriam enviesados para baixo, devido à subvalorização dos preços de reserva por parte dos vendedores.

Por seu lado, Cason e Plott (1996) realizam experiências laboratoriais cujo intuito é o de comparar os resultados obtidos num mercado de direitos de emissão com regras semelhantes às estabelecidas pela EPA - leilão com preços discriminantes -, com os resultados obtidos por uma instituição de mercado alternativa. Por ser muito usado em trocas organizadas e, tal como o leilão instituído pela EPA, acarretar reduzidos custos administrativos devido à sua natureza discreta, Cason e Plott (1996) consideraram o leilão com preço único⁶⁷ a instituição alternativa lógica à da EPA. Este estudo conclui, tal como Cason (1993, 1995) que as regras da instituição de mercado escolhida pela EPA geram fortes incentivos para que quer compradores quer vendedores subvalorizem os seus verdadeiros custos de controlo das emissões. A partir dos resultados obtidos nesta experiência, Cason e Plott (1996) referem que a opção da EPA resulta em preços de mercado mais baixos e menos ganhos com as trocas do que se obteria com o leilão de preço único. Da comparação entre os resultados obtidos com as

⁶⁷ Neste caso, as propostas de compra e de venda são agregadas dando origem às respectivas curvas de procura e de oferta, e todas as transacções ocorrem a um preço único, que é aquele em que essas curvas se cruzam. Com este tipo de leilão, só as propostas de compra e de venda marginais afectam o preço (único) a que decorrem as transacções.

duas instituições, concluem ainda que no leilão com preço único a eficiência aumenta ao longo do tempo, não sucedendo o mesmo no leilão com preços discriminantes, para além de ser também mais reactivo e recuperar mais rapidamente face a alterações nas condições do mercado, do que o leilão adoptado pela EPA.

Assim, se teoricamente se advoga que a transacção de títulos de emissão, e os seus respectivos preços de mercado, são a melhor forma de fornecer a informação correcta e relevante às empresas para a realização do abatimento das emissões ao menor custo, experimentalmente Cason e Plott (1996) concluem que tal nem sempre acontece. De acordo com os resultados obtidos por estes autores, os preços dos títulos de emissão transaccionados num leilão do tipo do da EPA, são influenciados por comportamentos estratégicos dos agentes e, por isso, reflectem menos correctamente as verdadeiras circunstâncias económicas que lhe estão subjacentes do que o leilão de preço único. Ou seja, é realçada a importância da escolha das regras de funcionamento do mercado para os resultados finais, isto é, para a eficiência deste instrumento de política. Cason e Plott (1996) recomendam, para este caso em concreto, a opção por um mercado com preço único e não preços discriminantes.

Joskow *et al.* (1998) contestam também estes resultados porque, se o outro mercado que não o leilão da EPA funcionar bem – e que Cason e Plott (1996) não representam nas suas experiências -, existe um custo de oportunidade em se transaccionarem os títulos no leilão e não nesse mercado, o que serve para transformar esse leilão discriminativo num leilão com valor comum. Sendo perfeitamente conhecido o preço em vigor no mercado descentralizado, e tendo esta alternativa disponível, nenhum comprador estará disposto a pagar no leilão um preço superior ao praticado naquele mercado. Joskow *et al.* (1998) concluem mesmo que os preços de reserva dos leilões da EPA foram sobrevalorizados relativamente à alternativa das vendas privadas, e não subvalorizados como previam Cason e Plott (1996).

As experiências laboratoriais de Franciosi *et al.* (1999), por seu lado, colmatam as falhas apontadas por Joskow *et al.* (1998). Ou seja, estas experiências representam a estrutura prevista pela EPA para a transacção de SO₂, composta por duas partes distintas: uma correspondente às transacções descentralizadas, que ocorrem naturalmente fora do sistema central (referida como o *mercado*); outra, um leilão centralizado para os títulos de emissão (referida como o *leilão*). Franciosi *et al.* (1999) incluíram também nas suas experiências a obrigatoriedade imposta pela EPA das

empresas entregarem uma percentagem dos títulos que lhes tinham sido distribuídos, para serem leiloados no mercado (RNA), a possibilidade de *banking* e ainda a obrigatoriedade de que todas as propostas de compra se tornassem informação pública.

Com base nos resultados obtidos, Franciosi *et al.* (1999) concluem que a complexa instituição de mercado que modelizaram tem, ainda assim, capacidade para capturar ganhos com as trocas. No entanto, confirmam também as reservas expressas em relação a esta instituição de mercado, nomeadamente no que respeita à incapacidade do mercado em transmitir a informação correcta, por não existir um preço único e se ter optado por preços discriminantes.

Para concluir, de referir o estudo experimental anterior de Miller e Plott (1985), cujo objectivo era testar a hipótese teórica de que os leilões com preço único geram mais receitas que os leilões com preços discriminantes. Porém, os seus resultados apontam para a inexistência de uma vantagem absoluta de um tipo de leilão sobre o outro, dependendo da inclinação da curva da procura: com curvas mais inclinadas, o leilão com preços discriminantes gera mais receitas do que o leilão com preço único, passando-se o oposto para curvas de procura pouco inclinadas. A avaliação prévia das condições particulares de cada novo mercado a implementar parece então ser uma condição necessária antes de efectuar recomendações acerca da melhor regra de formação de preços a adoptar.

3.2.5 – Epílogo

Apontamos ao longo desta secção alguns dos pontos mais importantes a considerar relativamente à escolha da instituição de mercado a definir para a implementação de mercados para transacção de direitos de emissão. Existindo, obviamente, aspectos adicionais, focamos aqueles que consideramos essenciais para o tipo de mercado em questão: a adopção de uma base absoluta ou de uma base relativa; o método de afectação inicial de títulos, gratuito ou através de leilão; a validade dos títulos emitidos, e; as regras para a fixação dos preços. Estes são, aliás, pontos que Stavins (1998) destaca na sua análise ao desempenho do mercado americano para transacção de SO₂, dada a importância que têm para os resultados finais obtidos.

Para além dos aspectos focados acerca da instituição de mercado a adoptar poderíamos ainda referir, por exemplo, a importância de se optar por informação

pública ou privada acerca das propostas de compra e de venda, ou o seu carácter vinculativo ou não, para a formação dos preços no mercado ou a eficiência dos resultados aí obtidos. Existem estudos, baseados sobretudo na metodologia experimental, que salientam estas e outras regras de participação e negociação entre as partes interessadas. Os resultados até agora obtidos não são, no entanto, suficientes para permitir recomendações consensuais acerca das melhores regras a definir para estes mercados. Consoante o tipo de poluentes a transaccionar, a heterogeneidade dos participantes, ou a dimensão do mercado (nomeadamente, nacional ou internacional), por exemplo, também será diferente a instituição de mercado recomendável.

De qualquer forma, e ainda que a principal conclusão deste ponto seja a de que as instituições de mercado influenciam os resultados das mesmas, nenhum dos estudos analisados contraria a validade deste instrumento de política – o mercado para transacção de direitos de emissão. Este ponto do trabalho tem, portanto, por objectivo destacar os principais aspectos que podem influenciar a eficiência e a equidade do mesmo aquando da sua implementação e que, portanto, não devem ser descurados.

3.3 – PODER DE MERCADO

Com os vários exemplos de implementação de mercados de direitos de emissão, sobretudo nos EUA e Canadá, tornaram-se óbvios alguns desvios face à situação modelizada teoricamente, nomeadamente, no que respeitava à dimensão do mercado. Mercados relativamente reduzidos, ou mercados onde uma única empresa surgia como compradora ou vendedora dominante, davam origem a comportamentos de abuso de poder de mercado, não previstos aquando da sua criação. Por seu lado, também o mercado internacional para transacção de GEE, e restantes mecanismos flexíveis, previstos pelo Protocolo de Quioto, eram normalmente associados a esta questão da concorrência imperfeita. Ou seja, tendo em conta a dimensão de alguns dos potenciais intervenientes nestes mercados, temia-se da sua parte o exercício de poder de mercado e as consequências negativas que tal implicaria para a eficiência deste instrumento de política. Hagem e Westskog (1998) analisam um sistema dinâmico, com possibilidade de *banking e borrowing*, na presença de agentes com poder de mercado e sob a hipótese da distribuição inicial dos títulos se encontrar sujeita a restrições relativas à equidade.

Como consideram o caso particular de gases para os quais apenas o nível acumulado de emissões é relevante para os danos sociais, este estudo de Hagem e Westskog (1998) traz resultados de interesse para o mercado internacional de títulos previsto pelo Protocolo de Quioto. De acordo com os resultados que obtêm, estes autores concluem não ser possível atingir o resultado mais eficiente, ou seja, uma distribuição óptima do abatimento entre os agentes. Hagem e Westskog (1998) sublinham, aliás, a existência de um *trade-off* entre a redução dos efeitos negativos do poder de mercado e a obtenção de uma distribuição de títulos de emissão eficiente entre períodos.

O estudo de Bernard *et al.* (2003) procura, precisamente, avaliar as implicações da existência de um regime de transacção internacional de títulos caracterizado por um comportamento monopolista da Rússia e da Ucrânia. Estes autores concluem que, na ausência de participação dos EUA, aqueles países têm um enorme incentivo para exercerem o seu poder de mercado,⁶⁸ apesar das consequências desse comportamento dependerem grandemente da elasticidade da procura dos títulos de emissão do carbono. Além disso, Bernard *et al.* (2003) salientam ainda que a disponibilidade dos créditos de redução de emissões, provenientes dos projectos de CDM, diminui o poder de mercado da Rússia e da Ucrânia, o que significa que este pode não ser um problema muito sério. No entanto, Bernard *et al.* (2003) não conseguiram determinar de forma exacta como é que a disponibilidade desses créditos alteraria os resultados porque, à altura em que realizaram este estudo, a oferta de créditos CDM era ainda muito incerta e as regras para a sua admissibilidade também não tinham sido definidas.

A experiência laboratorial de Carlén (2003) pretende precisamente testar a pertinência das preocupações existentes acerca do eventual exercício de poder de mercado, por parte de um país ou bloco de países, num mercado internacional para transacção de GEE.⁶⁹ Para o efeito, aproximam o desenho da experiência o mais possível daquele que seria o mercado de transacção de direitos de emissão de dióxido de carbono entre governos de diferentes países.⁷⁰ Os resultados experimentais obtidos por

⁶⁸ Os ganhos da Rússia e da Ucrânia, quando adoptam um comportamento intertemporalmente óptimo e limitam estrategicamente a venda dos seus títulos – exercendo o seu poder de mercado –, são seis vezes mais elevados do que os que conseguiriam com uma solução de mercado concorrencial.

⁶⁹ Para o efeito, esta experiência considera a existência de 12 países, com informação bastante correcta acerca da procura de mercado, sendo um deles um grande comprador de direitos de emissão.

Carlén (2003) revela aos participantes o contexto da experiência, utiliza pagamentos acima dos habituais e uma estrutura de leilão duplo. As transacções eram sequenciais, e os preços podiam ser diferentes em diferentes transacções, o que significa que o poder de mercado se pode exercer não apenas através da retenção da procura ou oferta de títulos mas também através da discriminação de preços. Carlén (2003) proporcionou um treino intensivo aos indivíduos que iam participar na experiência, e informação escrita semelhante à que os governos teriam reunido antes de iniciarem as transacções neste mercado.

⁷⁰ Bélgica, Alemanha, Grécia, Espanha, França, Itália, Holanda, Portugal, Suécia, Reino Unido, Estados Unidos da América e Japão.

Carlén (2003) indicam convergência dos volumes e preços de mercado dos direitos de emissão para os níveis competitivos. Ou seja, este autor conclui que as transacções de direitos de emissão são efectivamente eficientes, não se verificando o exercício do poder de mercado por parte do país comprador. Tendo incluído as principais características reais de um mercado internacional de transacção de emissões entre governos, este resultado levanta dúvidas sobre a verificação de efectivas perdas de eficiência num mercado internacional para o carbono, quando existe poder de mercado. No entanto, como salienta Carlén (2003), esta é uma questão para a qual são necessários testes adicionais, já que o reduzido número de observações produzido nesta experiência não permite conclusões definitivas.

Para além de estudos como os que acabamos de referir, para avaliação das consequências de um eventual exercício de poder de mercado para situações concretas, vários outros surgiram com o objectivo de aferir se, em termos genéricos, os ganhos de eficiência dos mercados de direitos de emissão se continuavam a verificar em condições de monopólio ou monopólio. Ou seja, alteram o modelo teórico original, por forma a incluir esta característica e avaliar as consequências para o resultado final. A literatura existente a este respeito faz, no entanto, uma distinção clara quanto ao tipo de poder de mercado exercido pelas empresas: poder de mercado simples e poder de mercado estratégico. Por isso, dividimos este ponto em duas secções distintas, para tratar cada um dos casos.

Antes de avançarmos para a análise das consequências do exercício do poder de mercado, quer simples, quer estratégico, por parte de empresas participantes em mercados de direitos de emissão, convém ainda referir outro tipo de situações, que não se incluem em nenhum dos dois. Tratam-se dos casos em que existe concorrência imperfeita não no mercado de direitos de emissão mas no mercado de produto em que as empresas reguladas operam. Os estudos sobre esta matéria procuram avaliar as consequências da introdução de um mercado de direitos de emissão para o bem-estar social, nestas circunstâncias. É o caso, por exemplo, de Sartzetakis (1997) que para além dessa avaliação pretende ainda comparar os resultados assim obtidos com os que se conseguiriam utilizando instrumentos de *Comando-e-Controlo* (isto para o caso de empresas com um comportamento oligopolista no mercado do produto, mas concorrência perfeita no mercado dos direitos de emissão).

De acordo com os resultados de Sartzetakis (1997), a transacção dos títulos de

emissão, nestas condições, tem essencialmente dois efeitos: i) minimizar os custos do controlo das emissões e; ii) redistribuir a produção entre as empresas (tendo em conta as imperfeições no mercado do produto e as diferenças na tecnologia de cada empresa para o controlo da poluição). Se o primeiro efeito aumenta claramente o bem-estar social, o segundo pode diminuí-lo se forem as empresas ineficientes a ganhar quota de mercado. Esta é uma conclusão idêntica à que tinha sido encontrada por Malueg (1990), num estudo com objectivos semelhantes. Daí que Malueg (1990) recomendasse já algum cuidado quanto à introdução de programas ambientais deste tipo, e uma análise atenta à estrutura competitiva dos mercados do produto das empresas reguladas. Este autor considerava que, nestas circunstâncias, a introdução de um mercado para transacção de direitos de emissão poderia baixar o bem-estar social, comparativamente com o que seria obtido com um esquema do tipo *Comando-e-Controlo*.

No entanto, Sartzetakis (1997) demonstra que a redistribuição da quota de mercado entre as empresas é controlada pelo mecanismo do mercado de direitos de emissão, dominando o efeito positivo de aumento do bem-estar. Esta conclusão contraria então os receios de Malueg (1990) e as suas recomendações de precaução quanto à utilização deste instrumento de política, sobretudo para sectores como o energético, por exemplo.

Por seu lado, Fullerton e Metcalf (2002), da avaliação que fazem acerca do impacto de diferentes políticas ambientais aplicadas a indústrias como a da electricidade, corroboram os receios de Malueg (1990). Com base num modelo de equilíbrio geral, Fullerton e Metcalf (2002) concluem que a introdução de um programa ambiental para a transacção de direitos de emissão, por empresas cujo mercado do produto se caracteriza por concorrência imperfeita, tem maior probabilidade de reduzir o bem-estar do que aumentá-lo. Ou seja, de acordo com estes autores, os benefícios ambientais da redução da poluição conseguida com este instrumento de política são anulados pelo exacerbar de outras distorções previamente existentes.⁷¹

Ainda que o ideal fosse tratar simultaneamente, no mesmo modelo, a possibilidade de concorrência imperfeita quer no mercado de direitos de emissão, quer no mercado do produto em que as empresas reguladas operam, em nosso conhecimento, tal não foi ainda feito. Portanto, direccionamos a nossa revisão da literatura para uma

⁷¹ Destes estudos, de salientar, sobretudo, a importância da utilização de modelos de equilíbrio geral, e não apenas de equilíbrio parcial, para a avaliação das políticas ambientais. Até porque, o que parece estar em causa na realidade é a determinação de políticas de segundo-ótimo, tendo em conta as diversas distorções existentes – que não apenas a estrutura de concorrência imperfeita da indústria - aquando da introdução da regulamentação ambiental.

análise e enquadramento teóricos apenas para uma das vertentes do problema: a existência de concorrência imperfeita no mercado de direitos de emissão. Isto porque, como dissemos no início deste capítulo, o nosso objectivo é reflectir sobre as consequências para as propriedades de um sistema de transacção de direitos de emissão, da existência de condições de implementação diferentes das previstas no modelo teórico original. Ora, a este respeito, o modelo de Dales (1972) explicita claramente a hipótese de concorrência perfeita no mercado criado para a transacção de direitos de emissão, e não para o mercado do produto, pelo que nos debruçamos precisamente sobre a violação desta hipótese do modelo, por forma a avaliarmos as suas consequências para o desempenho deste instrumento de política.

3.3.1 – Poder de mercado simples

Considera-se que uma empresa participante no mercado para transacção de direitos de emissão possui poder de mercado simples numa das seguintes situações: quando age de forma a minimizar os seus custos com a compra dos direitos de emissão – se é compradora líquida, ou seja, monopsonista -, ou de forma a maximizar as suas receitas com a venda dos direitos de emissão – se é vendedora líquida, ou seja, monopolista.

Hahn (1984) foi o primeiro a demonstrar formalmente que o mercado de direitos de emissão, na presença de poder de mercado simples, não resulta na minimização dos custos totais de abatimento. Para além disso, prova ainda que a eficiência deste mercado não é independente da distribuição inicial dos títulos de emissão. Hahn (1984) demonstra que os custos totais de abatimento são minimizados apenas quando a empresa com poder de mercado opta por não participar no mercado, e isto só acontece quando a afectação inicial dos títulos é a mais eficiente. Ora, este resultado é contrário ao previsto por Dales (1968) ou Montgomery (1972), cujo modelo original prevê que nem a distribuição nem o preço final dos títulos de emissão fossem afectados pela forma de afectação inicial dos mesmos. No entanto, perante a violação da hipótese de concorrência perfeita, Hahn (1984) demonstra que quanto menos eficiente for a afectação inicial de títulos de emissão maior será a probabilidade de exercício do poder de mercado.⁷² Daí que sugira que o regulador procure distribuir os títulos de emissão o

⁷² Uma empresa com poder de monopsonio, por exemplo, percebe que o preço de equilíbrio dos títulos aumenta à medida que a sua procura aumenta, por isso, toma este dado em consideração quando determina o número de títulos a adquirir e a quantidade de poluição a abater – decidindo reter a procura por forma a baixar os preços. Daí a importância da distribuição inicial de títulos, pois

mais próximo possível do resultado de equilíbrio potencial.

Tietenberg (1985), por seu lado, apesar de concordar que o exercício do poder de mercado diminui a eficiência do sistema de mercado desenhado para a transacção de direitos de emissão, não valoriza este problema. O autor considera que, ainda assim, esta é uma solução mais eficiente do que as soluções mais centralizadas até então usadas. Mesmo perante uma manipulação acentuada dos preços dos títulos de emissão, devido ao exercício do poder de mercado, Tietenberg (1985) conclui que os custos de abatimento da poluição não aumentam significativamente.⁷³

As experiências laboratoriais de Cason *et al.* (2003) procuram testar as conclusões de Hahn (1984), reproduzindo as condições do mercado para transacção de direitos de emissão de nitrogénio proposto para a bacia hidrográfica de Port Phillip em Victoria, Austrália. Ou seja, Cason *et al.* (2003) procuram representar laboratorialmente um mercado com uma grande empresa, responsável por cerca de 94% das emissões de nitrogénio, e cinco pequenas empresas, responsáveis pelo restante, tornando patente a possibilidade de exercício do poder de mercado por parte da empresa dominante. Porém, os resultados obtidos para os preços e volumes dos títulos de emissão transaccionados, bem como os lucros das empresas, aproximavam-se mais do equilíbrio concorrencial do que do equilíbrio monopolista. Por isso, Cason *et al.* (2003) concluem que, pelo menos para a instituição de mercado adoptada - leilão duplo -, o poder de mercado parece ter um impacto sobre o desempenho do mercado menor do que o tradicionalmente atribuído pelos modelos de concorrência imperfeita. Cason *et al.* (2003) verificam ainda que a afectação inicial dos direitos de emissão não causa grande impacto sobre o desempenho do mercado concluindo, portanto, não ser necessário alterá-la para introduzir concorrência no mercado. Ou seja, estas experiências não confirmam as previsões teóricas de Hahn (1984). Cason *et al.* (2003) salientam, porém, a necessidade de testar a robustez destas conclusões, nomeadamente através da comparação com outras instituições de mercado. Até porque, o leilão duplo é habitualmente apontado na literatura económica como uma instituição de mercado capaz de impedir o exercício do poder de monopólio, pelo

determina quantos títulos a empresa tem de comprar, potenciando ou mitigando, assim, o poder de mercado do monopsonista.

⁷³ Tietenberg (1985) refere a existência de estudos empíricos que indicam ser necessário um poder de mercado muito elevado - mais de 90% do volume de transacções - para que a empresa dominante, ou o conjunto de empresas com comportamento colusivo, conseguissem manipular os custos de controlo da poluição. Mesmo nesses casos, concluem, comparativamente com outras políticas de controlo ambiental, a eficácia do mercado de direitos de emissão não seria afectada significativamente.

menos no mercado do produto.⁷⁴

Outras experiências laboratoriais realizadas para avaliar o impacto da instituição de mercado escolhida sobre a eficiência do mercado de direitos de emissão, na presença de poder de mercado, concluem, no entanto, de forma oposta. Ledyard e Szakaly-Moore (1994), Brown- Kruse *et al.* (1995), Godby (1996, 1999 e 2000) e Muller *et al.* (2002), por exemplo, verificam o exercício do poder de mercado por parte de empresas dominantes, em mercados de direitos de emissões, mesmo quando a instituição escolhida é do tipo leilão duplo. Ou seja, estas experiências mostram que a instituição de mercado do tipo leilão duplo não é condição suficiente para impedir o exercício do poder de mercado:⁷⁵ em monopólio, os preços médios registados para os títulos de emissão são mais elevados do que em concorrência e em monopsónio mais baixos, sendo os lucros do mercado redistribuídos em favor do agente com poder de mercado. Estas experiências confirmam, portanto, os receios adiantados pelo estudo teórico de Hahn (1984).

Mesmo com resultados de equilíbrio mais próximos do modelo de poder de mercado do que do concorrencial, estas experiências mostram que ainda se consegue obter uma parte significativa dos ganhos de eficiência potenciais.⁷⁶ De acordo com estes resultados, os principais problemas dizem respeito aos efeitos de distribuição do rendimento provocados pelo poder de mercado, isto é, ao impacto sobre a equidade.

Tendo em conta os estudos citados, verificamos então existir discrepância nos resultados obtidos em experiências laboratoriais com o mesmo objectivo. Sobretudo, é notória a diferença nas conclusões a que chegam a maioria das experiências que representam mercados para transacção de direitos de emissão, na presença de agentes com poder de mercado, e os resultados obtidos em experiências semelhantes para o

⁷⁴ Godby *et al.* (1999) enumeram algumas das experiências laboratoriais cujos resultados apontavam nesse sentido: Smith (1981), Holt *et al.* (1986), Davis *et al.* (1991) e Sbriglia e O'Higgins (1996), por exemplo. Estas experiências concluíam que a instituição de mercado adoptada influenciava o resultado final obtido, impedindo, ou não, o exercício do poder de mercado. Entre as instituições de mercado testadas, o leilão duplo foi o que melhor se adequou a situações em que existe a possibilidade de exercício de poder de mercado. Isto porque, ao atribuir poder adicional ao lado da procura - devido aos incentivos de ofertas com preços mais reduzidos no último minuto, e à natureza sequencial das trocas -, diminui a capacidade das empresas aumentarem os preços, face aos níveis de concorrência. Como as reduções de preço, de última hora, se tornam do conhecimento público, os compradores têm um incentivo para, nos períodos seguintes, aguardarem pelas mesmas, o que faz com que seja cada vez mais difícil às empresas (ou empresa, no caso do monopolista) exercerem o poder de mercado.

⁷⁵ Godby (1999), por exemplo, atribui a aparente robustez do leilão duplo ao poder de mercado, registada em experiências anteriores como a de Smith (1981), aos parâmetros utilizados.

⁷⁶ No entanto, como salienta Godby (1999) o verdadeiro problema do exercício do poder de monopólio em mercados de direitos de emissão não são os efeitos de distribuição estáticos que induz mas sim os efeitos dinâmicos que os preços de mercado podem ter em futuras taxas de inovação tecnológica para métodos de abatimento. Ou seja, como os preços de mercado resultantes do equilíbrio monopolista não reflectem os verdadeiros custos marginais de abatimento no mercado, ameaçam a eficiência dinâmica deste instrumento de política. Desta forma, Godby (1999) destaca que as implicações do poder de monopólio simples neste tipo de mercado não devem ser analisadas com base apenas nos habituais indicadores de eficiência estática, devendo avaliar-se as consequências para a eficiência dinâmica do mesmo.

mercado do produto. Como salienta Muller *et al.* (2002), a investigação nesta área deveria então procurar analisar se esta diferença nos resultados – capacidade do leilão duplo impedir o exercício do poder de mercado, em mercados do produto mas não em mercados para transacção de direitos de emissão - se deve a características particulares do mercado de transacção de direitos de emissão. E, em caso afirmativo, deveriam identificar-se claramente essas características por forma a explicar de que forma justificam este resultado.

3.3.2 – Poder de mercado estratégico

Algo distinto é o problema do exercício de poder de mercado estratégico. Neste caso, a empresa dominante utiliza a sua influência no mercado de direitos de emissão para aumentar os custos de produção das suas concorrentes no mercado do produto, e não apenas para diminuir os seus próprios custos de abatimento. Para que tal aconteça, as empresas participantes no mercado de direitos de emissão têm, obviamente, de competir também na mesma indústria, existindo assim interacção entre o que acontece num e noutro mercado.

Misiolek e Elder (1989) constroem um modelo teórico com o intuito de analisar precisamente este problema e identificar as consequências da manipulação estratégica dos preços dos títulos de emissão por parte de empresas com poder de mercado. As conclusões a que chegam estes autores são diferentes das encontradas em estudos sobre o problema do monopólio simples. Isto acontece porque a transacção estratégica dos direitos de emissão pode ser uma estratégia efectiva para aumentar a quota de mercado e os lucros da empresa dominante, detendo esta *sempre* mais direitos de emissão do que teria noutra situação. Ou seja, pode compensar a uma empresa dominante vendedora líquida de títulos, adoptar um comportamento estratégico tal que a leve a vender menos títulos, não vender nenhuns ou mesmo a tornar-se compradora. Se, pelo contrário, a empresa dominante e a franja competitiva fossem compradoras líquidas, poderia compensar à empresa dominante adoptar um comportamento de manipulação estratégica que a levasse a comprar mais títulos do que os necessários, se o impacto desse comportamento fosse maior sobre a sua curva de procura residual do que sobre os seus custos. Este último resultado, em particular, é totalmente oposto ao que se verifica

quando as empresas dominantes manipulam os títulos de emissão apenas para reduzir os seus custos – poder de mercado simples-, pois nesse caso a empresa monopsonista reduz os títulos a adquirir.

Ao contrário do que advogavam os mentores originais dos mercados para transacção de direitos de emissão, Misiolek e Elder (1989) apontam a existência de situações em que este instrumento de política pode ser menos eficiente do que outras formas de regulação ambiental, mais tradicionais e mais centralizadas. Com este estudo, Misiolek e Elder (1989) destacam a importância da natureza das actividades das empresas participantes no mercado de direitos de emissão e as suas implicações para a eficiência no abatimento da poluição, quando existe manipulação estratégica. Contribuem, desta forma, para uma mais correcta elaboração de políticas ambientais cuja escolha recaia sobre a criação de mercados para transacção de direitos de emissão, onde se preveja a participação de agentes com poder de mercado. Misiolek e Elder (1989) mostram que a existência de uma empresa monopsonista no mercado de títulos de emissão não implica necessariamente compra insuficiente de títulos por parte da mesma, podendo, pelo contrário implicar compra excessiva de títulos. Ou seja, estes autores salientam que as intervenções por parte das entidades responsáveis, com o objectivo de limitar comportamentos de abuso de poder de mercado, têm de considerar estes dois tipos de manipulação, a simples e a estratégica, pois exigem diferentes formas de tratamento por parte do regulador.

As experiências laboratoriais acima referidas, de Brown- Kruse *et al.* (1995) e Godby (1996), para além de avaliarem o problema do exercício do poder de mercado simples, debruçam-se também sobre o poder de mercado estratégico, procurando verificar se este é ou não exercido e quais as consequências sobre a eficiência. Ou seja, testam também o modelo de Misiolek e Elder (1989), adoptando uma estrutura de leilão duplo.

Brown - Kruse *et al.* (1995) e Godby (1996) chegam a conclusões semelhantes, quer quanto ao poder de mercado simples quer quanto ao poder de mercado estratégico. Ambos encontram resultados que não permitem recusar a hipótese de exercício de poder de mercado, quer simples quer estratégico, mesmo com uma instituição de mercado do tipo leilão duplo. Por outro lado, verificam que, ao contrário do que acontecia com o exercício do poder de mercado simples, as perdas de eficiência resultantes do exercício do poder de mercado estratégico são significativas. Aliás, Brown- Kruse *et al.* (1995) e

Godby (1996) concluem mesmo que o exercício do poder de mercado estratégico diminui de tal forma a eficiência do sistema, que a torna inferior à eficiência da política de referência, de comando-e-controlo. Ou seja, os resultados experimentais indicam a possibilidade da criação de mercados para transacção de direitos de emissão originar perdas de eficiência face a outras opções de política, o que é totalmente contrário às previsões do modelo teórico original. Tal significa, portanto, que as consequências desta falha de mercado são muito mais graves do que indiciavam os estudos sobre o exercício do poder de mercado simples e não solucionáveis com a adopção de determinada instituição de mercado.

Porém, ainda de acordo com os resultados experimentais obtidos, Brown- Kruse *et al.* (1995) e Godby (1996) concluem que estas perdas de eficiência podem ser minimizadas através de uma correcta distribuição inicial dos títulos de emissão.⁷⁷ Assim, uma vez mais a afectação inicial dos títulos de emissão surge como um aspecto importante a ter em conta na utilização deste instrumento de política, e determinante para a sua eficiência. Não sendo respeitada a hipótese de concorrência perfeita, a afectação inicial dos títulos de emissão deixa de afectar apenas a equidade para influenciar também a eficiência resultante da aplicação deste instrumento de política.

Visto que na generalidade dos mercados para transacção de direitos de emissão já implementados, a distribuição inicial dos títulos foi feita de forma gratuita, com base num qualquer critério estabelecido pelo regulador, os resultados de Brown- Kruse *et al.* (1995) e Godby (1996) salientam a importância de um estudo prévio detalhado sobre a estrutura dos mercados de produto afectados. Nestas experiências, os concorrentes da empresa dominante eram outras empresas mais pequenas já existentes no mercado mas poderia fazer-se o mesmo tipo de análise para o caso de novas empresas que quisessem entrar no mercado. Títulos de emissão distribuídos gratuitamente a grandes empresas já existentes no mercado permite-lhes excluir do mercado empresas rivais ou potenciais novas empresas, quando estas operam em mercados verticalmente integrados. Por isso, o tratamento a dar a estas potenciais novas empresas, no que respeita à distribuição inicial dos títulos de emissão, é muito importante para a eficiência dos resultados finais.

Estes são, porém, resultados diferentes dos obtidos por Carlén (2002) com a experiência laboratorial que realiza, que o levam a rejeitar a teoria da manipulação

⁷⁷ Se os títulos de emissão forem distribuídos inicialmente apenas para as empresas da franja competitiva, estas conseguem impedir que a empresa dominante as exclua do mercado do produto. Note-se que esta solução para o problema do exercício do poder de monopólio estratégico é semelhante à proposta por Hahn (1984), para o poder de mercado simples.

estratégica. Os preços e quantidades de equilíbrio nos últimos períodos de transacção são muito próximos dos níveis concorrenciais no fecho dos dois mercados – do produto e dos títulos de emissão. Os resultados obtidos por Carlén (2002) apontam para um mercado de direitos de emissão bastante concorrencial, mas alguma manipulação do mercado do produto por parte da empresa dominante através da redução das quantidades oferecidas. Carlén (2002) conclui, portanto, que o leilão duplo não elimina o exercício do poder de mercado, mesmo no mercado do produto, ao contrário do que apontavam estudos anteriores. Este autor discorda ainda da possibilidade do regulador influenciar o exercício do poder de mercado estratégico através da afectação inicial dos títulos de emissão.

De salientar, porém, que o desenho experimental de Carlén (2002) difere significativamente das experiências laboratoriais acima referidas, pois este autor procura testar o caso da manipulação estratégica em condições mais semelhantes às existentes nos mercados do carbono reais, particularmente entre produtores de electricidade⁷⁸ – por exemplo, explicita o contexto da experiência aos agentes que nela participam e retira a natureza sequencial dos mercados (deixando os direitos de emissão de ser tratados como factores produtivos, imprescindíveis à produção). Carlén (2002) destaca o facto dos resultados de manipulação estratégica e eficiência reduzida obtidos em estudos anteriores não serem robustos face às alterações efectuadas na construção da experiência, sendo necessária investigação adicional para esclarecer estas contradições.

3.3.3 – Síntese

O exercício do poder de mercado simples por parte de empresas dominantes em mercados para transacção de direitos de emissão, ainda que influencie o equilíbrio final do mercado, não parece ter grande influência sobre a eficiência do sistema. Os ganhos potenciais das transacções dos direitos de emissão continuam a ser quase todos realizados, mesmo na presença desta falha de mercado.

A distribuição dos ganhos entre os participantes no mercado é, no entanto, afectada, justificando uma particular atenção do regulador face a este problema. De

⁷⁸ Carlén (2002) considera que o problema da manipulação estratégica se coloca, sobretudo, para empresas energéticas, cujos custos de produção dependem grandemente do preço dos títulos de emissão e têm, por isso, grandes incentivos para que a empresa dominante explore estas interdependências.

acordo com os estudos que acima referimos, é através de uma afectação inicial de títulos apropriada que se pode impedir o exercício do poder de mercado simples e obviar as consequências negativas daí resultantes para a equidade do sistema.

Algo distintas são as conclusões acerca do exercício do poder de mercado estratégico. Neste caso, os estudos citados apontam, na generalidade, para uma perda de eficiência tal que faz com que os custos de abatimento suportados por empresas em mercados de direitos de emissão sejam maiores do que os que teriam de suportar com outros instrumentos de política, nomeadamente de *Comando-e-Controlo*. Daí que se recomende particular atenção à indústria em que se inserem as empresas participantes em mercados de direitos de emissão, especificamente, ao facto de estarem, ou não, verticalmente integradas.

3.4 – INCERTEZA

A introdução de qualquer tipo de regulamentação ambiental, criação de mercados para transacção de direitos de emissão ou outra, é feita num contexto de incerteza, quer relativamente aos custos quer aos benefícios de abatimento, por parte do regulador e das empresas reguladas. Porém, mesmo sem informação perfeita sobre o nível dos benefícios sociais do abatimento da poluição, a entidade reguladora tem de fixar um objectivo ambiental a cumprir.⁷⁹ Avanços na ciência podem demonstrar que os danos ambientais causados pela poluição são muito maiores ou menores que o esperado aquando da introdução da regulamentação. Por outro lado, a possibilidade de flutuações no preço das tecnologias mais limpas podem implicar variabilidade dos níveis de poluição socialmente óptimos no futuro.

A determinação do número de títulos de emissão transaccionáveis, a colocar num mercado criado para o efeito, faz-se, portanto, na presença de incerteza sobre os benefícios sociais do abatimento da poluição. Maior nível de conhecimento ou informação sobre os mesmos poderia justificar uma alteração do número de títulos de emissão colocados no mercado. Porém, variações na oferta de títulos de emissão criam, por seu lado, incerteza por parte das empresas reguladas quanto ao número de títulos

⁷⁹ Sobre a questão da incerteza sobre os custos e benefícios ambientais do combate ao problema das alterações climáticas debruçamo-nos com mais detalhe na introdução do capítulo 2. Ainda que focando um problema ambiental em concreto, nesse capítulo ficou já claro o contexto de incerteza em que os responsáveis de política são obrigados a definir as políticas ambientais.

que terão disponíveis e, conseqüentemente, são factor de instabilidade no mercado.

Precisamente porque o nível efectivo dos benefícios ambientais do abatimento da poluição é incerto, a análise das políticas ambientais considera-o uma variável exógena, determinada pelo regulador. Ou seja, com base nos conhecimentos que possui, a entidade reguladora fixa um determinado objectivo ambiental, e a partir daí determina-se o melhor instrumento ambiental para o atingir. Por esse motivo, Hahn *et al.* (2003) classificam o objectivo de política ambiental dos EUA como sendo a eficácia e não a eficiência ambiental. De facto, esta pressupõe a determinação do nível de controlo da poluição ou a taxa de extracção de recursos naturais que maximize a diferença entre benefícios e custos sociais. Sendo os benefícios ambientais o mais difícil de determinar, apontam a eficácia nos custos como o critério essencial de escolha do instrumento de política ambiental ao longo da história americana. Em rigor, a literatura de Economia Ambiental em geral, e, não apenas o estudo de Hahn *et al.* (2003) sobre o caso americano, compara a eficácia dos diferentes instrumentos de política, mantendo fixo determinado objectivo ambiental. O apoio recente a políticas ambientais baseadas no mercado, de que é exemplo a criação de mercados para transacção de direitos de emissão no caso das políticas de combate às alterações climáticas, deve-se precisamente ao facto de se ter demonstrado que atingiam a solução mais eficaz, em termos de custos, para o objectivo ambiental fixado (mesmo que este não seja o mais eficiente).

A acrescentar aos problemas sentidos pelo regulador no momento de definir o objectivo ambiental a cumprir devidos à incerteza acerca dos verdadeiros benefícios ambientais da poluição evitada, surge também a incerteza sobre o verdadeiro valor dos custos de abatimento por parte das empresas. Esta incerteza resulta da assimetria de informação típica da relação agente-principal. Para além disso, a tecnologia de abatimento da poluição sofre constantemente melhoramentos, a taxa de difusão dessas tecnologias é incerta e o preço futuro dos inputs e combustíveis é incerto e extremamente volátil, o que acentua a incerteza relativa à curva dos custos marginais de abatimento.

Collinge e Oates (1982) destacam ainda o facto de políticas ambientais eventualmente eficientes no curto prazo poderem não o ser no longo prazo. Ou seja, ao problema do conhecimento imperfeito da curva dos danos marginais sociais, por parte do regulador, acresce ainda o facto de estes não serem constantes durante o período de vigência da regulamentação. Neste trabalho, os autores descrevem aquela que

consideram ser a solução para ambos os problemas: a criação de um sistema de direitos de emissão arrendáveis. Assumindo uma função convexa para os danos da poluição, Collinge e Oates (1982) demonstram ser possível confrontar cada poluidor com um pagamento marginal igual aos danos marginais sociais e um pagamento total igual aos danos totais provocados pelas suas emissões. Para a criação do sistema que sugerem, o regulador deveria então adoptar as seguintes fases: 1) emissão de títulos com a designação da quantidade poluente permitida, para um intervalo de tempo definido; 2) numeração desses títulos e ordenação sequencial dos mesmos; 3) atribuição de um preço a cada título (renda), igual ao dano marginal social causado pela quantidade de emissões inscrita no mesmo, considerando que todos os títulos com números inferiores estavam já a ser totalmente utilizados; 4) distribuição desses títulos, sujeitos ao pagamento da renda definida, até serem entregues novamente ao regulador; 5) permitir a compra e venda desses títulos entre empresas, sendo todas essas transacções registadas junto da autoridade ambiental. Collinge e Oates (1982) consideram que, adoptados aqueles procedimentos, é possível gerar uma curva de oferta dos direitos de emissão aproximadamente igual aos danos marginais sociais. Consequentemente, solucionam o problema da informação imperfeita do regulador sobre os custos de abatimento das empresas, permitindo que se atinja o nível socialmente óptimo da poluição.

Fruto do reconhecimento destas incertezas que o regulador enfrenta, surgem na literatura económica inúmeros estudos com o intuito de comparar e ordenar os diferentes instrumentos de política, tendo em conta a sua capacidade para minimizar os custos de abatimento de determinado objectivo ambiental, nessas circunstâncias. Nesta linha de investigação, o trabalho pioneiro de Weitzman (1974) conclui não existir uma vantagem absoluta do mercado de direitos de emissão face aos restantes instrumentos de política, no que respeita à sua capacidade de minimização dos custos. Ou seja, os seus resultados contrariam a corrente que começava a criar-se em defesa da utilização de mercados para transacção de direitos de emissão transaccionáveis, por serem o instrumento de política mais eficiente. Weitzman (1974) demonstra que a eficiência de instrumentos *preço* (por exemplo, impostos sobre as emissões poluentes) e de instrumentos *quantidade* (por exemplo, a criação de mercados para transacção de direitos de emissão) depende da curvatura das funções custo e benefício em torno do nível óptimo de output.⁸⁰

⁸⁰ Laffont (1977) efectua uma análise crítica do modelo de Weitzman (1974), desenvolve-o e obtém uma versão mais generalizada do mesmo.

Weitzman (1974) conclui que quanto mais linear for a função benefício e maior a curvatura da função custo, mais fortes são os argumentos em favor do instrumento preço e, pelo contrário, quanto maior for a curvatura da função benefício relativamente à função custo mais fortes são os argumentos relativamente ao controlo da quantidade como instrumento de política. Isto acontece porque, em contexto de incerteza, o melhor instrumento de política é aquele que com maior probabilidade consegue evitar um grande erro relativamente à exigência do limite ambiental imposto. Ou seja, em contexto de incerteza, é recomendável uma restrição quantitativa se os benefícios marginais forem mais sensíveis ao nível de controlo, mas é preferível um instrumento *preço* se os custos marginais mudarem mais rapidamente que os benefícios marginais. De salientar, porém, que o estudo de Weitzman (1974) destaca a incerteza do regulador acerca dos custos de abatimento das empresas e ignora o problema da incerteza acerca dos benefícios ambientais

Stavins (1996) altera um dos pressupostos básicos do modelo de Weitzman (1974), ao incluir incerteza simultânea e correlacionada acerca dos custos e benefícios de abatimento da poluição. Weitzman (1974) considera separadamente as implicações da incerteza nos custos ou nos benefícios do abatimento para a escolha dos instrumentos de política ambiental e conclui que a última não é relevante para o efeito. Stavins (1996), porém, verifica que a regra das inclinações relativas das funções custo e benefício para a escolha do instrumento de política não pode ser aplicada quando existe incerteza simultânea e correlacionada acerca dos custos e benefícios ambientais. Neste caso, a escolha do melhor instrumento de política a aplicar depende não só do declive das duas funções marginais mas também da correlação entre ambas. Aliás, Stavins (1996) conclui que a regra dos declives passa a ser precisamente o oposto da definida por Weitzman (1974).

Newell e Pizer (2003), por seu lado, desenvolvem o trabalho de Weitzman (1974) com o objectivo de avaliar políticas ambientais que pretendem controlar a concentração e não a emissão de gases poluentes, num contexto de incerteza acerca dos custos da regulação. Estes autores tinham em vista a aplicação mais directa à questão das alterações climáticas globais devido à concentração de gases com efeito de estufa (GEE). Para o efeito, Newell e Pizer (2003) efectuam ajustamentos importantes para incluírem efeitos dinâmicos, como a correlação entre choques nos custos ao longo do tempo, a taxa de desconto, depreciação do stock e a taxa de

crescimento dos benefícios do abatimento.

A conclusão de Newell e Pizer (2003) é semelhante à de Weitzman (1974) já que aponta o declive relativo das funções custo e benefício como um determinante da eficiência dos instrumentos de política ambiental: funções benefício pouco inclinadas e custos marginais bastante inclinados a favorecerem a escolha do instrumento preço, e o oposto a favorecer os instrumentos quantidade. Ora, isso implica, portanto, que existam vantagens na utilização do preço como instrumento de política face a instrumentos de quantidade no contexto das políticas ambientais para os GEE.

Esta conclusão de Newell e Pizer (2003) contraria as escolhas de política ambiental actuais, quer ao nível do protocolo de Quioto quer ao nível da União Europeia, relativas à criação de mercados para transacção de direitos de emissão de GEE, já que este é um instrumento de política de quantidade. Aldy *et al.* (2003), numa análise crítica que efectua ao Protocolo de Quioto e a treze outras alternativas de política, apresentadas como solução para o problema da mudança climática global, corroboram essa posição. Aldy *et al.* (2003) concluem igualmente que os mecanismos de preços devem ser um elemento chave das abordagens baseadas no mercado, para a resolução deste tipo de problema ambiental, quer através de esquemas híbridos do tipo quota-impostos ou através de impostos sobre as emissões. No entanto, o modelo de Newell e Pizer (2003), tal como os anteriores, não incluem na análise do mercado para transacção de direitos de emissão alguns desenvolvimentos entretanto verificados – nomeadamente a possibilidade de utilização futura dos títulos não utilizados em determinado período (*banking*), a transacção de futuros ou opções. Num contexto dinâmico, estas alterações podem tornar as políticas com base em instrumentos de quantidade mais flexíveis e mais eficientes, alterando assim a ordenação relativa encontrada nos modelos que referimos. Estes autores referem que, tendo já sido feita esta opção, seria importante que pelo menos se incorporassem elementos preço nas políticas baseadas na quantidade através, por exemplo, da imposição de limites nos preços dos direitos de emissão.

Jacoby e Ellerman (2004) analisam precisamente a questão da eficácia dos instrumentos de política quantidade *vs* preço para o caso da política climática global, em contexto de incerteza. Estes autores concordam com a regra de Weitzman (1974) relativa à escolha do melhor instrumento de política em contexto de incerteza e, com base na mesma, concluem, tal como Newell e Pizer (2003), que a opção mais correcta

para os GEE é o instrumento preço.⁸¹ Jacoby e Ellerman (2004) tornam claras as implicações da escolha correcta do instrumento de política e a regra de Weitzman (1974), exemplificando duas situações distintas.

Num primeiro caso, consideram a situação em que, se relaxados os níveis de controlo ambiental, os custos ambientais aumentam de forma bastante acentuada (ou seja, os benefícios marginais do abatimento são muito sensíveis) mas os custos marginais de controlo não variam de forma significativa. Jacoby e Ellerman (2004) referem então que o mais importante será fixar correctamente a quantidade, isto é, o nível de controlo ou de abatimento. Isto porque, fixar o preço deixa a quantidade indeterminada, pelo que a resposta das empresas poluentes ao preço dos títulos de emissão pode dar origem a emissões que excedam o limite razoável e causem danos ambientais excessivos.

Num segundo caso, analisam a situação em que os danos ambientais não são sensíveis aos níveis de emissões actuais (logo, aos níveis de controlo ambiental estabelecidos) e, pelo contrário, os custos marginais de abatimento variam significativamente com os mesmos. O mais importante, realçam Jacoby e Ellerman (2004), é estabelecer correctamente o preço, já que existe uma maior probabilidade da escolha de um limite de quantidade dar origem a um resultado errado. Se for escolhido um objectivo quantitativo, o custo marginal de controlo pode ser demasiado elevado ou demasiado baixo em relação ao óptimo. Fixando o preço no intervalo dos danos marginais, levará as empresas a controlarem as emissões apenas até aquele nível, reduzindo os riscos dos custos serem muito diferentes dos benefícios atingidos.

Jacoby e Ellerman (2004) salientam que os GEE permanecem na atmosfera durante um alargado período de tempo e, por isso, os problemas climáticos globais se inserem dentro do segundo caso que apresentam. Espera-se que os danos climáticos aumentem com a concentração de GEE, mas as emissões em cada período particular constituem uma muito pequena contribuição para o stock poluente existente. Por isso, sendo os danos marginais das emissões adicionais num único período praticamente

⁸¹ Quirion (2002) faz uma abordagem diferente, pois não utiliza o trabalho de Weitzman (1974) com o intuito de fundamentar as políticas internacionais de combate às alterações climáticas globais. Este autor aplica a análise de Weitzman para avaliar a escolha do instrumento de política por parte de um país signatário do Protocolo de Quioto. Ou seja, depois de determinada a restrição do tipo quantidade ao nível internacional, Quirion (2002) compara os custos de cumprimento com a adopção de um imposto ambiental (instrumento preço), títulos de emissão não transaccionáveis internacionalmente (instrumento quantidade), e um instrumento “ideal” que garantisse a realização ex post do óptimo ambiental. Com base nos resultados de simulação encontrados, Quirion (2002) conclui de forma contrária a Weitzman (1974), pois aponta os títulos de emissão transaccionáveis como preferíveis aos impostos. Justifica esta superioridade com a correlação positiva existente entre custos e benefícios, que é grande relativamente à variância dos custos encontrada.

constantes, o instrumento preço é o recomendável para esta situação.

Como o Protocolo de Quioto e o EU ETS, por exemplo, estabelecem restrições quantitativas às emissões poluentes, Jacoby e Ellerman (2004) consideram que se torna então necessário conjugar a superioridade do instrumento preço para os poluentes stock com a aparente maior atractividade política de uma abordagem pelas quantidades. Ou seja, se o instrumento quantidade, teoricamente menos desejável para lidar com o problema das mudanças climáticas globais, é mesmo assim escolhido, Jacoby e Ellerman (2004) apontam a introdução de uma *válvula de segurança*, originalmente proposta por Roberts e Spence (1976), como solução para minorar perdas associadas a custos marginais de abatimento efectivos mais elevados que o previsto. Estes autores propunham a utilização de um sistema de política misto, que incluísse impostos sobre a poluição e títulos de emissão transaccionáveis, em simultâneo. Roberts e Spence (1976) justificavam a utilização de títulos de emissão transaccionáveis com a necessidade de limitar (quantitativamente) as emissões poluentes. A inclusão, em simultâneo, de um instrumento preço devia-se, de acordo com estes autores, ao conhecimento imperfeito dos custos de abatimento no momento de introdução da regulação. Assim, se os custos de abatimento se revelassem extremamente sobrevalorizados, Roberts e Spence (1976) consideravam ser necessário conceder um subsídio como um incentivo adicional para o abatimento. Se, pelo contrário, os custos de abatimento fossem muito elevados, sugeriam a introdução de uma *válvula de escape* da restrição imposta pelas licenças, através de uma penalização por terem sido excedidos os níveis de emissão permitidos pelos títulos.

Num sistema do tipo *cap-and-trade*, Jacoby e Ellerman (2004) explicam que a fixação de um preço que funcione como válvula de segurança, num nível que o aproxime dos danos marginais evitados, limita a probabilidade da restrição quantitativa (*cap*) impor custos muito acima dos benefícios. Isto acontece porque o limite quantitativo das emissões poluentes é fixado por forma a que os custos marginais de abatimento esperados igualem os benefícios marginais esperados, mas essa igualdade pode não verificar-se. Portanto, para evitar um afastamento muito grande, devido a custos muito elevados, o regulador deve incluir a possibilidade de vender direitos de emissão a um preço próximo, ou um pouco mais elevado, do nível de custo esperado. Este torna-se assim um instrumento de política ambiental híbrido, preço/quantidade, tal

como proposto por Roberts e Spence (1976).⁸²

Jacoby e Ellerman (2004) esperam que, na maioria dos casos, o custo marginal de abatimento seja menor que o preço da válvula de segurança e, portanto, as emissões sejam limitadas pela restrição quantitativa. Nos restantes casos, é o preço da válvula de segurança que determina o custo marginal de abatimento. Ou seja, verifica-se um nível de emissões superior ao limite quantitativo imposto, sendo feito um pagamento pelas emissões excessivas ao preço da válvula de segurança.⁸³ Precisamente por causa deste último efeito, esta proposta enfrenta a oposição dos grupos ambientalistas que a consideram apenas como uma forma de diminuir o nível de qualidade ambiental previamente definido.

Na verdade, a proposta para a inclusão da válvula de segurança visa essencialmente evitar custos excessivos de abatimento e incluir num instrumento quantidade elementos de um instrumento preço. Simulações efectuadas nomeadamente por Pizer (1997), num contexto de incerteza de custos de abatimento, demonstram a superioridade em termos de eficiência de uma abordagem híbrida face a um instrumento unicamente quantitativo.

Jacoby e Ellerman (2004), no entanto, salientam que as vantagens da introdução deste mecanismo da *válvula de segurança* em mercados para a transacção de direitos de emissão dependem, por exemplo, de os mesmos preverem a possibilidade, ou não, de *banking* de títulos. Sendo esta uma forma de limitar a flutuação dos preços dos títulos, as vantagens da inclusão da *válvula de segurança* deixam de ser tão evidentes. Nesse caso, apenas nos períodos iniciais de funcionamento do mercado, em que a incerteza é maior e ainda não estão disponíveis os efeitos do *banking* - só sentidos em períodos posteriores -, os preços dos títulos podem revelar-se demasiado elevados, existindo assim vantagens na inclusão da *válvula de segurança*. Por outro lado, estes autores questionam-se sobre as consequências da introdução da *válvula de segurança* num ou mais países participantes num mercado internacional para transacção de direitos de

⁸² O próprio Weitzman (1978) desenvolve o seu trabalho de 1974, referindo que o princípio básico da regulação consiste em tomar decisões num contexto de incerteza e suportar as suas consequências durante algum tempo. Daí que uma boa estratégia de regulação, de acordo com este autor, deve ter preparada uma estrutura de recompensas previamente definida para cada caso, por forma a remediar desvios relativamente ao resultado pretendido pela regulação.

Como resultado do modelo que desenvolve, Weitzman (1978) conclui que preços e quantidades não têm de ser instrumentos inconsistentes. Pelo contrário, a solução óptima passaria por um sistema misto de recompensas preços/quantidades – sendo as vantagens relativas de cada um dos dois instrumentos as apresentadas no seu artigo de 1974.

⁸³ Esta válvula de segurança “pura” é semelhante à penalização para as emissões acima dos limites impostos existente em todos os sistemas do tipo *cap-and-trade*. No entanto, como as penalizações são normalmente fixadas a um nível bastante elevado, a probabilidade de ser activada é muito reduzida, garantindo assim o funcionamento da restrição quantitativa. Uma outra diferença entre a válvula de segurança e a habitual penalização dos sistemas *cap-and-trade* é que a activação desta última implica que as empresas diminuam as emissões em períodos posteriores, para compensar as emissões excessivas, o que já não acontece com a válvula de segurança.

emissão. Jacoby e Ellerman (2004) lembram que com os títulos livremente transaccionáveis ao nível internacional, o menor preço da válvula de segurança entre os países participantes estabeleceria o preço internacional das emissões, podendo revelar-se, portanto, uma barreira ao desenvolvimento deste mercado.

Em suma, verifica-se existir necessidade de investigação adicional por forma a identificar de forma mais clara as consequências da adopção de um sistema de política híbrido. A sua complexidade é habitualmente apontada como justificação para a não implementação efectiva do mesmo, como considera Mandell (2004a), por exemplo. Por isso, defende uma solução alternativa que considera preferível: regular parte dos emissores poluentes através de tributação das emissões (instrumento preço) e a outra parte incluí-la num regime do tipo cap-and-trade (instrumento quantidade). Ou seja, esta proposta distingue-se das anteriores por defender que os dois instrumentos de política devem ser utilizados, não em simultâneo para um conjunto de agentes regulados, mas sim aplicando um instrumento a um conjunto de empresas e outro instrumento às restantes. Num outro trabalho, Mandell (2004b) apresenta uma proposta adicional, o “mecanismo híbrido generalizado”. Este mecanismo consiste na introdução de uma válvula de segurança no mercado para transacção de direitos de emissão, mas esta ser uma função preço com inclinação positiva. Ou seja, Mandell (2004b) defende um mecanismo híbrido que permita que o preço limite da válvula de segurança aumente com o número de títulos emitidos.

Porém, as políticas híbridas continuam a ser mais complexas e dispendiosas, a pressupor ajustamentos contínuos que exigem grande quantidade de informação, e que as tornam mesmo impraticáveis. A maior simplicidade das políticas com base apenas num instrumento (tipo preço ou tipo quantidade) continua, por isso, a justificar a preferência por parte dos responsáveis de política. Especificamente, a opção por mercados para transacção de direitos de emissão foi tomada e parece irreversível. Portanto, não sendo possível eliminar a incerteza em que este mercado opera e é criado, o principal desafio consiste em minorar as suas consequências negativas, escolhendo as instituições de mercado mais adequadas para o efeito.

Ainda dentro desta linha de investigação iniciada por Weitzman (1974), surgem estudos que destacam aspectos distintos daqueles sobre os quais acabamos de reflectir. Se, fruto da incerteza, o limite ambiental estabelecido pelo regulador não for o óptimo, Shresta (1998) salienta que os direitos de emissão transaccionáveis são o

único instrumento de política ambiental que permite a sua correcção, através da intervenção no mercado por parte de grupos ambientalistas, ou simplesmente cidadãos afectados pela poluição.⁸⁴ Em contexto de incerteza, este autor defende que o desenho do mercado para transacção de direitos de emissão deve permitir a participação dos cidadãos em geral, e não apenas das empresas responsáveis pela poluição, para que aqueles possam adquirir e retirar do mercado os títulos que estejam em excesso, face ao nível óptimo da poluição. Desta forma, ajudam o regulador a determinar a quantidade de títulos correcta a colocar no mercado e, conseqüentemente, maximizar o bem-estar social. O estudo de Shresta (1998) demonstra que, mesmo incluindo explicitamente esta participação, o mercado de emissões é eficiente e preferível a qualquer outro instrumento de regulação ambiental.

Smith e Yates (2003) salientam, porém, que o modelo de Shresta (1998) assume que os cidadãos são perfeitamente capazes de agir em conjunto, abstraindo-se do problema de *free-riding*.⁸⁵ Smith e Yates (2003) contemplam igualmente a participação neste mercado por parte dos cidadãos, que sofrem com os danos causados pela poluição, e não apenas as empresas reguladas, mas num contexto de incerteza do regulador sobre os danos ambientais e sobre a dimensão do problema de *free-riding*. O nível de emissões poluentes resultante do funcionamento do mercado de direitos de emissões é endógeno no modelo representado por Smith e Yates (2003). Apesar de o regulador continuar a fixar o volume de títulos de emissão, a possibilidade dos cidadãos entrarem no mercado, retirando títulos, para que as empresas não os possam utilizar para cobrir as suas emissões poluentes, faz com que as emissões totais se tornem endógenas. Desta forma, todas as partes afectadas pelas emissões poluentes podem expressar no mercado o valor dos seus custos ou benefícios da poluição, aumentando-se assim o bem-estar em relação aos mercados com emissões exógenas.

Smith e Yates (2003) começam por apresentar um modelo estático que

⁸⁴ Os dados de Joskow *et al.* (1998), relativos ao mercado americano da EPA para o SO₂, identificam a intervenção de alguns indivíduos, grupos ambientais e outras organizações neste mercado, fazendo licitações de compra por razões não comerciais. Estes ofereceram preços muito elevados por pequenas quantidades de títulos de emissão, ainda que Joskow *et al.* (1998) não tenham concluído se tal ficou a dever-se a falta de informação acerca das condições do mercado ou foi a forma de garantirem a retirada das unidades pretendidas. Esta parece ser, portanto, a concretização real daquilo que Shresta (1998) defende mas, aparentemente, não constituiu uma participação relevante para o valor global das emissões poluentes, pelo menos no mercado da EPA para o SO₂. Como referimos no capítulo anterior, o EU ETS permite igualmente a participação de qualquer pessoa no mercado, desde que possua uma conta de operador no registo nacional de transacção de emissões. Porém, esta não foi, pelo menos na 1ª fase do EU ETS entre 2005 e 2007, uma opção com qualquer impacto no mercado.

⁸⁵ Tal como haviam feito também Boyd e Conley (1997) numa extensão que efectuaram ao modelo de equilíbrio geral para bens públicos, por forma a incluir explicitamente os direitos de propriedade. Boyd e Conley (1997) consideram mercados para transacção de direitos de emissão em que participam as empresas a quem esses direitos são inicialmente atribuídos mas também o público em geral. Os direitos de emissão são então usados para legitimar a produção de um “mal” público (a poluição) mas igualmente para abater essa externalidade, o que faz com que os direitos de emissão existentes no mercado passem a ser uma variável endógena.

estabelece quais as condições em que um mercado com emissões endógenas melhora face a outro com emissões exógenas, mesmo na presença de *free-riding*.⁸⁶ Estes autores consideram ainda um modelo dinâmico no qual o regulador fixa o montante de títulos a emitir para um período inicial, e depois de observar as transacções de mercado nesse período, determina (alterando-o ou não) o montante de títulos a emitir em período posterior. O principal objectivo de Smith e Yates (2003) é precisamente este: investigar a possibilidade do regulador poder alterar o número de títulos emitidos num período como consequência da aprendizagem feita em período anterior. Porém, a informação adicional proporcionada pela participação dos cidadãos no mercado, apenas permite corrigir a oferta de títulos no caso de os danos ambientais se revelarem maiores que o previsto. Nesse caso, os cidadãos intervêm comprando-os e retirando-os do mercado, sinalizando aquela que deve ser a alteração na oferta de títulos por parte do regulador. No entanto, se pelo contrário, os danos ambientais se revelarem afinal muito mais reduzidos, esta correcção já não ocorre porque as emissões não podem ultrapassar a oferta de títulos inicialmente determinada.

O trabalho de Rouse (2008) leva-o a concluir não ser necessariamente verdade que a intervenção dos agentes não poluidores no mercado para transacção de direitos de emissão gere aumentos de bem-estar social, quando aqueles compram e retiram títulos do mercado. Por um lado, Rouse (2008) considera que, em geral, os cidadãos não estão mais bem informados que o próprio regulador acerca da curva marginal dos benefícios de abatimento.⁸⁷ Por outro lado, dada a incerteza que também os cidadãos sentem, podem exhibir aversão ao risco quer no que respeita à posição assumida pelo regulador quer quanto aos efeitos ambientais e económicos da poluição. Com base nestes pressupostos, abandonando, portanto, a habitual linha de investigação com neutralidade dos agentes face ao risco, Rouse (2008) demonstra que a participação dos cidadãos no mercado para transacção de direitos de emissão tanto pode aumentar como diminuir o bem-estar social.

⁸⁶ Neste mercado com emissões endógenas, previsto por Smith e Yates (2003), existem duas funções procura: a das empresas e a dos cidadãos. A função procura de títulos de emissão por parte das empresas é semelhante à utilizada nos modelos originais, ou seja, é igual à função inversa dos seus benefícios marginais. O problema surge com a definição da função procura de títulos de emissão por parte dos cidadãos. Sendo este constituído por vários indivíduos, surge o problema de acção colectiva, normal quando se tratam de bens públicos, ou seja, surge a probabilidade de “free-riding” por parte de alguns. Isto significa que os cidadãos não expressarão totalmente os danos marginais da poluição na sua procura por títulos. Por isso, Smith e Yates (2003) referem a necessidade de identificação prévia dos danos marginais efectivamente revelados no mercado, para posterior distinção dos danos marginais subjacentes ou verdadeiros.

⁸⁷ Ainda que este argumento se possa considerar válido, o mesmo poderia ser confrontado com o facto dos cidadãos em geral, ou de grupos de ambientalistas em particular, estarem menos sujeitos a *lobbying*, exercido inevitavelmente pelas empresas ou sectores regulados. Perante nível de informação idêntico tal pode, portanto, significar que o regulador estabeleça um limite máximo de poluição superior ao que os cidadãos afectados considerariam apropriado.

Por possuírem informação imperfeita acerca dos benefícios marginais de abatimento, Rouse (2008) mostra graficamente que os cidadãos tanto podem retirar do mercado uma quantidade de títulos inferior à óptima – devido ao *free-riding* – como superior à óptima. Se, simultaneamente, os cidadãos forem avessos ao risco, tal implica maior receio face aos perigos não totalmente conhecidos da poluição ou maior desconfiança face ao regulador e metas ambientais por si estabelecidas, logo, maior retirada de títulos do mercado do que ocorreria com neutralidade face ao risco.⁸⁸ Esta situação tem implicações mais graves quando se verifica a determinação de um limite ambiental excessivamente restritivo por parte do regulador. Como refere Rouse (2008), nesse caso a intervenção dos cidadãos afectados pela poluição, retirando títulos do mercado, tem como consequência uma perda de bem-estar social ainda maior do que a inicial. Por este motivo, o autor aconselha que aquela seja permitida mas esteja sujeita a restrições quanto ao número máximo de títulos que podem ser retirados do mercado.

Por seu lado, como forma de ultrapassar o problema da incerteza do regulador acerca do verdadeiro valor dos custos de abatimento por parte das empresas, Montero (2006) defende a distribuição inicial dos títulos através de leilão com regra de preço uniforme. Desta forma, as empresas são induzidas a revelar a informação privada necessária, permitindo assim a obtenção de um primeiro-óptimo. Este autor defende ainda, tal como Smith e Yates (2003), que a oferta inicial de títulos seja endógena, para além de sugerir que parte das receitas do leilão seja devolvida às empresas participantes no mercado. No entanto, Montero (2006) conclui que, mesmo quando a oferta é exógena, o mecanismo de leilão dos direitos de emissão continua a induzir a descoberta da verdade por parte do regulador acerca das empresas.⁸⁹ Considera, por isso, que a sua proposta, para além de bastante simples, é também extremamente eficaz, porque dá origem a uma afectação de primeiro-óptimo de um bem comum, independentemente do

⁸⁸ Rouse (2008) compara estes motivos que aponta para uma retirada excessiva de títulos com o resultado de comportamentos altruístas impuros, anteriormente apontado por Ahlmeier e Schneider (2002). Estes autores consideravam que os indivíduos poderiam participar no mercado, retirando títulos apenas para se sentirem melhor por estarem a agir como cidadãos conscienciosos. No entanto, Ahlmeier e Schneider (2002) atribuíam pouca importância a este comportamento, que consideravam ser compensado, nomeadamente, pelo comportamento de *free-riding*. Por isso, eram favoráveis à participação dos cidadãos no mercado, comprando e retirando todos os títulos que entendessem. Rouse (2008), pelo contrário, advoga a necessidade de impor limites a esta participação.

⁸⁹ Existe outro tipo de soluções para este problema, como a que aponta Unold e Requate (2001), associadas às práticas e mecanismos dos mercados financeiros. Estes autores propõem a combinação de um sistema de títulos de emissão com um menu de opções de compra para a aquisição de títulos adicionais (*call options* - contrato que dá direito ao comprador de comprar, até uma data determinada, um activo de base, em condições normalizadas, a um preço pré-fixado - preço de exercício). No início do programa de transacção destes direitos, o regulador para além de distribuir um determinado número de títulos de forma gratuita, distribuiria através de leilão os *call options* com diferentes preços de exercício. Logo, quanto maior a curva de custos marginais de abatimento, maior o preço no mercado spot para os direitos de emissão e, portanto, maior o incentivo para o exercício das opções. Ainda que no EU ETS estejam já a ser utilizados os instrumentos financeiros existentes noutro tipo de mercados (forwards, futuros, opções), permitindo precisamente limitar os problemas e consequências associados à existência de incerteza, estes não serão objecto de estudo do presente trabalho.

número de empresas abrangidas e do facto destas agirem de forma colusiva ou não.

Baldursson e von der Fehr (2004) destacam o facto da investigação de Weitzman (1974) e estudos subsequentes efectuarem a avaliação de diferentes instrumentos de política ambiental baseados no pressuposto de neutralidade face ao risco por parte dos agentes regulados. A comparação entre impostos ambientais – instrumento preço - e sistemas de quotas transaccionáveis⁹⁰ – instrumento quantidade - de Baldursson e von der Fehr (2004) tem por objectivo determinar o impacto da introdução de aversão ao risco no comportamento das empresas, tendo em conta certas condições tecnológicas e de mercado. Ainda que este estudo não siga propriamente a linha de investigação de Weitzman (1974), como salientam os próprios autores, os seus resultados reforçam os argumentos a favor da utilização de impostos ambientais, em detrimento dos direitos de emissão transaccionáveis. Baldursson e von der Fehr (2004) concluem que o comportamento das empresas reguladas através de impostos sobre as emissões não se altera quando a hipótese de aversão ao risco é introduzida, verificando-se o oposto para os direitos de emissão transaccionáveis. Ou seja, estes não conduzem à igualização dos custos marginais de abatimento e à minimização dos custos para atingir determinado objectivo ambiental. Introduzida a incerteza e aversão ao risco, Baldursson e von der Fehr (2004) verificam existir diferenças na eficiência obtida pelos impostos ou quotas ambientais, como pretendia demonstrar a literatura sobre “preços vs quantidades” que acima referimos. As conclusões destes autores constituem argumento favorável adicional no sentido da utilização preferencial de impostos ambientais.

Existe ainda um conjunto alargado de trabalhos sobre os impactos da incerteza quanto aos verdadeiros custos de abatimento das empresas numa linha de investigação diferente daquela que analisamos até ao momento. Referimo-nos à literatura que se dedica à incerteza relativa ao nível dos custos marginais de abatimento sentida pelas próprias empresas reguladas. Nomeadamente, por não conhecerem com exactidão os seus mecanismos de controlo da poluição ou a procura do seu produto e ainda estarem sujeitas a factores tão aleatórios como o próprio clima e outros factores ambientais

⁹⁰ Baldursson e von der Fehr (2004) avaliam igualmente a utilização de quotas de emissão não transaccionáveis, comparando os seus resultados com o uso de quotas transaccionáveis e com os impostos. No texto não fazemos, porém, qualquer referência a esse instrumento porque pretendemos apenas destacar as conclusões relacionadas com o desempenho de mercados para transacção de direitos de emissão.

estocásticos.⁹¹ Anos de calor ou seca extremos fazem com que, por exemplo, a produção de electricidade em centrais hidroeléctricas seja bastante reduzida e haja necessidade de recorrer a centrais térmicas e à queima de combustíveis fósseis. Dessa forma, para a mesma quantidade de energia eléctrica emitem-se mais gases poluentes do que o previsto. Adicionalmente, a própria qualidade dos combustíveis ou outros inputs pode ser variável e aleatória, contribuindo para o nível de poluição gerada. Ora, se a procura de títulos de emissão depende das descargas de poluentes da empresa que, por sua vez, dependem das escolhas tecnológicas e do volume de produção da empresa, que esta não controla com exactidão, a quantidade de direitos de emissão necessários será também incerta. Por outro lado, choques de preços nos combustíveis, como o petróleo ou o gás natural, fazem com que sejam incertas as emissões das empresas, devido à substituição de combustíveis no processo produtivo, quando tal é possível. Porque este tipo de incerteza afecta o comportamento das empresas inseridas no mercado para transacção de direitos de emissão, sobre ela recai maior atenção por parte da literatura económica.

Rousse e Sevi (2006) realçam e justificam a importância do estudo da incerteza sentida pelas empresas inseridas em mercados para transacção de direitos de emissão face ao estudo de qualquer outra das falhas desse mercado. Estes autores referem que os resultados de diversos mercados entretanto implementados (bem como provenientes da Economia Experimental) demonstram a capacidade de instituições de mercado bem “desenhadas” minimizarem os custos de transacção, os comportamentos de incumprimento, ou o risco de exercício de poder de mercado. No entanto, essas mesmas instituições não conseguem reduzir os diversos tipos de incerteza que as empresas enfrentam nesses mercados: incerteza sobre o preço dos títulos de emissão; incerteza sobre a procura, que implica incerteza na produção e nas emissões; incerteza nos custos de abatimento e incerteza sobre a regulamentação, entre outras.

Hennessy e Roosen (1999), por exemplo, salientam a natureza aleatória da poluição e a possibilidade de existirem erros de medição da mesma, para efeitos de controlo, como estando na origem de penalizações estocásticas. Estes autores destacam

⁹¹ Coggins e Swinton (1996) analisam ainda outro tipo de incerteza que as empresas sentem quando se inicia o funcionamento de um mercado de direitos de emissão, por não conhecerem claramente a sua forma de funcionamento e lhes ser difícil prever os preços dos títulos de emissão. Sendo os investimentos em tecnologia ou equipamentos para o abatimento das emissões dispendiosos e irreversíveis, a obtenção de informação sobre os preços dos títulos de emissão facilitaria a minimização dos custos. Coggins e Swinton (1996) estimaram os preços sombra desses títulos para o caso específico do mercado americano de direitos de emissão de SO₂, para as empresas produtoras de energia eléctrica. Desta forma, encontra a informação necessária a uma correcta tomada de decisão quanto aos investimentos necessários à minimização do custo de abatimento. Porém, este tipo de incerteza está relacionado com o arranque de qualquer tipo de mercado, não sendo um problema específico dos mercados para transacção de direitos de emissão.

a existência de incerteza como determinante do desempenho do mercado de direitos de emissão. Hennessy e Roosen (1999) têm por objectivo precisamente investigar o tipo de impactos da incerteza sobre a transacção de títulos de emissão e avaliar os efeitos de alterações nas políticas e mercados ambientais sobre as decisões das empresas. Para o efeito, desenvolvem um modelo que inclui os efeitos das não-linearidades na função objectivo da empresa poluente sobre as suas decisões, quando as emissões poluentes são estocásticas. De acordo com o mesmo, a presença de incerteza tende a reduzir as actividades produtivas da empresa regulada relativamente à situação em que a poluição é não-estocástica, e para a mesma taxa média de emissões. Por forma a limitar então os erros em que o regulador pode incorrer, Hennessy e Roosen (1999) sugerem que o regulador estabeleça limites de poluição probabilísticos, acomode tecnologias estocásticas em vez de determinísticas, e incorpore hipóteses sobre as preferências das empresas face ao risco.

Uma resposta natural do mercado às necessidades de gestão do risco por parte das empresas, segundo Hennessy e Roosen (1999), poderia passar pelo aparecimento de seguros para a poluição. Um contrato ideal de seguros para a poluição compensaria a penalização estocástica em que teriam de incorrer, caso ultrapassassem o limite quantitativo imposto. Este contrato tornaria assim o decisor neutro face ao risco, mas a entidade seguradora suportaria os habituais problemas de “*moral hazard*” e selecção adversa.

Se estes seguros não estão normalmente previstos aquando do desenho de mercados para transacção de direitos de emissão, o mesmo não acontece em relação às multas por incumprimento. A implementação deste instrumento de política prevê geralmente pesadas penalizações para o incumprimento dos limites ambientais estabelecidos. Esta característica, associada à referida existência de incerteza por parte das empresas reguladas, determina o comportamento das mesmas no mercado, consoante o seu nível de aversão face ao risco. Carlson e Sholtz (1994), por exemplo, apontam a retenção de títulos como uma forma de fazer face a eventuais imprevistos, dada a incerteza sentida quanto à necessidade efectiva de títulos para o período em questão. Esta estratégia de segurança, por parte de agentes com aversão ao risco,⁹² faz com que o sistema perca eficiência se os títulos retidos não se revelarem necessários, já

⁹² Classificam-se desta forma agentes que retiram maior utilidade de uma situação de certeza relativamente a uma situação aleatória, embora o rendimento auferido em ambas seja igual.

que os mesmos poderiam ter sido vendidos e utilizados por outra empresa. A sua adopção pode fazer com que os títulos disponíveis no mercado nunca sejam iguais à procura, causando uma enorme volatilidade do preço dos títulos de emissão, sobretudo à medida que se aproxima o final do seu período de validade. No entanto, a não utilização daquela estratégia de segurança pode trazer perdas de sinal contrário, se no final do período as empresas constatarem que emitiram mais poluentes do que o permitido, tendo em conta os títulos que possuíam. Neste caso, ficam sujeitos à penalização por incumprimento, uma perda resultante uma vez mais da incerteza acerca do verdadeiro volume de emissões para o período.

Sendo normal que no final do período de controlo as emissões efectivas das empresas não sejam ainda conhecidas com certeza, é habitual que as instituições de mercado criadas incluam o designado *período de reconciliação*. Ou seja, as empresas que constatarem encontrar-se numa situação excedentária ou deficitária de títulos podem ainda participar nesta fase do mercado, por forma a anularem as suas posições. No entanto, neste mercado quer a oferta quer a procura de direitos de emissão são bastante rígidas em relação ao preço e pequenas variações na procura/oferta podem causar enormes variações nos preços dos títulos. Carlson e Sholtz (1994) realçam ainda o facto de a actividade das empresas estar normalmente correlacionada, o que aumenta a possibilidade de todo o mercado ficar com excesso ou falta de títulos, ao mesmo tempo. Ou seja, estes autores consideram que o mercado de reconciliação não é capaz de solucionar os problemas associados à incerteza.

Carlson e Sholtz (1994) vêem nestas potenciais perdas económicas incentivos a novos desenvolvimentos das instituições de mercado. Nomeadamente, a assunção pelo próprio *broker* da posição de segurador, através da detenção de alguns títulos ou, alternativamente, a realização de contratos contingentes, reflectindo no seu esquema de preços as probabilidades de diversos níveis de emissões poluentes. No entanto, Carlson e Sholtz (1994) reconhecem as limitações e dificuldades inerentes à implementação destas sugestões para impedirem a existência de títulos inutilizados no final do período, picos de emissões poluentes no final do ano e conseqüente volatilidade dos preços dos títulos de emissão. Daí apontarem a criação de títulos com datas de emissão e expiração desfasadas como a solução mais adequada.

Carlson e Sholtz (1994) lembram que os problemas de liquidez neste tipo de mercado resultam directamente da incerteza quanto ao nível final de emissões poluentes

e do facto de serem utilizados direitos de emissão uniformes, no que respeita à data de validade. Estes autores salientam que, como a incerteza não pode ser eliminada, nem pelas operações das empresas, nem pelas instituições de mercado, o que se pode fazer é alterar estas últimas por forma a acomodar melhor a incerteza. Uma maior flexibilidade, que permita aos participantes no mercado responder a acontecimentos aleatórios, usando os títulos de emissão poluentes da forma que lhes maximize a eficiência, faz com que o mercado ambiental opere também mais eficientemente.

A sugestão apontada por Carlson e Sholtz (1994) para introduzir essa maior flexibilidade no mercado é a criação de títulos de emissão com datas de expiração diferentes, alternadas e não uniformes, como habitual. Estes títulos alternados condicionariam dificuldades sentidas pelas empresas devidas, nomeadamente, à obtenção dos relatórios de emissões de forma desfasada no tempo ou a alterações inesperadas no volume de negócios da empresa. As empresas poderiam assim reagir de forma muito mais suave a acontecimentos não previstos pelas mesmas e evitar períodos de poluição muito acentuada e conseqüente violação dos objectivos ambientais definidos. O preço de mercado destes títulos desfasados reflectiria de forma mais correcta os custos marginais de abatimento, sendo este um requisito essencial para a obtenção da eficiência económica.⁹³ Para além disso, na ausência de custos de transacção, este “novo” instrumento de Carlson e Sholtz (1994) não implicaria custos adicionais comparativamente à solução dos títulos uniformes. No entanto, na presença de custos de transacção não negligenciáveis, a forma de distribuição inicial destes títulos desfasados pode ter graves implicações de eficiência. Tratando-se de títulos com desfasamento semestral, por exemplo, o regulador deve atribuir a cada empresa os títulos a que tem direito no início de cada semestre, e não dividir as empresas em dois grupos, atribuindo a umas os títulos num semestre e a outras no semestre seguinte. As duas alternativas seriam indiferentes na ausência de custos de transacção, mas quando estes existem, a primeira opção é a que garante a eficiência do mercado.

A sugestão teórica apresentada por Carlson e Sholtz (1994) foi testada experimentalmente por Porter (1993). Num primeiro tratamento experimental, Porter (1993) começa por confirmar as conseqüências previstas na presença de incerteza das empresas, quanto ao nível exacto de títulos de emissão necessários no final de cada

⁹³ Ainda assim, Carlson e Sholtz (1994) consideram existir vantagens na criação de um mercado de reconciliação, em conjunto com a utilização dos referidos títulos desfasados.

período, encontrando uma elevada volatilidade dos preços dos títulos de emissão. Confirmado o problema, este autor repete a experiência para testar a solução de Carlson e Sholtz (1994), ou seja, inclui títulos com datas de emissão e expiração desfasadas. Os resultados experimentais obtidos permitem-lhe confirmar que os preços passam a alterar-se gradualmente, não se verificando picos de poluição nem *crashes* de títulos, como anteriormente. Porter (1993) verifica ainda que os indivíduos conseguem lucros mais elevados com os títulos de duração desfasada do com os de duração uniforme, um resultado indicativo do aumento da eficiência verificado com esta alteração.

Muller e Mestelman (1998), por seu lado, consideram que a possibilidade de substituição intertemporal dos direitos de emissão – sobretudo o *banking* - é a solução para o problema da incerteza relativa ao efectivo nível de procura dos títulos de emissão. Permitindo-se a poupança de títulos para uso posterior, a empresa passa a deter uma forma alternativa de satisfazer qualquer procura inesperada dos mesmos. Dessa forma, evita-se que excessos de procura ou oferta no final dos períodos dêem origem a preços de títulos de emissão demasiado altos ou demasiado baixos, respectivamente. Com base em dados recolhidos no mercado americano para transacção de SO₂, Rouse e Sevi (2006) estimam um modelo cujos resultados demonstram que existe uma relação entre o comportamento de *banking* e a incerteza sentida pela própria empresa (pequena mas significativa).

Associada a esta solução aparece por vezes a referência à introdução de futuros sobre os direitos de emissão. O estudo de Godby *et al.* (1997) relata a realização de experiências laboratoriais que contemplam precisamente as duas hipóteses: *banking* de títulos e transacção de direitos sobre uma determinada fracção dos títulos de emissão a serem emitidos em períodos futuros (*shares*, designadas por futuros na linguagem dos mercados financeiros). Godby *et al.* (1997) pretendem com estas experiências laboratoriais analisar as implicações dessas alterações para a eficiência e estabilidade do mercado de títulos de emissão poluentes.

Num contexto de incerteza quanto ao nível efectivo de emissões poluentes, Godby *et al.* (1997) verificam que a instabilidade dos preços dos títulos de emissão, registada no mercado sem *banking* nem *shares*, é praticamente eliminada com a sua introdução. Godby *et al.* (1997) testam também o impacto destas alterações em contexto de certeza sobre o nível efectivo das emissões poluentes por parte das empresas. Os resultados experimentais que obtêm mostram que a eficiência deste

mercado aumenta com a possibilidade de substituição intertemporal entre títulos, ou seja, diminui o custo mínimo de abatimento, mesmo num contexto de certeza. Confirma-se, portanto, a vantagem da introdução do *banking*, já que a estabilidade de preços é importante para permitir a igualização dos custos marginais de abatimento entre empresas e para proporcionar os incentivos adequados à realização de despesas em investigação e desenvolvimento, com vista à descoberta de novas tecnologias de controlo das emissões.

Os resultados experimentais obtidos indicam que a possibilidade de *banking* tem um efeito forte e positivo sobre a eficiência dos mercados de títulos de emissão transaccionáveis, e implica um aumento do volume de transacções no mesmo. Por outro lado, a introdução dos futuros (*shares*) em simultâneo com a possibilidade de *banking*, apesar de diminuir o volume de transacções, melhora a eficiência deste mercado.

Godby *et al.* (1997) concluem assim que, mesmo representando um mercado para transacção de direitos de emissão mais complexo que o original, devido à introdução de *banking* e *shares*, desde que devidamente preparados e informados, os participantes nas experiências chegam a resultados de mercado muito eficientes.⁹⁴

Feng e Zhao (2006) analisam esta questão de uma forma distinta pois incluem simultaneamente incerteza e informação assimétrica, distinguindo uma da outra. Feng e Zhao (2006) consideram esta distinção importante para a tomada de decisões por parte dos reguladores, já que quer empresas quer reguladores enfrentam incertezas, mas as empresas tendem a saber mais acerca dos seus custos de abatimento do que o regulador. Por isso, a introdução da possibilidade de *banking* dos títulos de emissão transaccionáveis, para estes autores, apenas melhora o bem-estar social comparativamente com um mercado onde o *banking* não seja permitido, se existir assimetria de informação. Feng e Zhao (2006) concluem que quanto maior esta for, maiores serão os benefícios potenciais de um mercado para transacção de direitos de emissão onde o *banking* é permitido.

Sendo esta, definitivamente, uma característica presente na generalidade dos mercados para transacção de direitos de emissão em funcionamento, não poderia deixar

⁹⁴ Porém, Muller e Mestelman (1994) encontraram resultados diferentes. O objectivo destes autores era testar a proposta específica para a criação de um mercado para transacção de direitos de emissão de NO_x em Ontario que, entre outros aspectos, incluía a possibilidade de utilização intertemporal dos títulos. Por isso, Muller e Mestelman (1994) incluíam também a possibilidade de *banking* e as *shares*, previstas na referida proposta. A conclusão destes autores foi a de que tal alteração piorava os resultados e não a de que melhoravam, como constataram Godby *et al.* (1997). Porém, dado que as características da instituição de mercado das experiências de Muller e Mestelman (1994) e de Godby *et al.* (1997) eram bastante diferentes, os seus resultados não são perfeitamente comparáveis.

de ser incluída na nossa análise. Nos capítulos seguintes, relativos às experiências laboratoriais realizadas para estudo do comportamento deste instrumento de política, o *banking* está presente em todos os diferentes tratamentos, bem como a incerteza por parte das empresas.

3.5 – CUMPRIMENTO IMPERFEITO

Relacionado com a questão tratada na secção anterior, surge o problema do cumprimento imperfeito dos limites de poluição estabelecidos, por parte de empresas que participam em mercados para a transacção de direitos de emissão. Os trabalhos de Beavis e Walker (1983a; 1983b) e Beavis e Dobbs (1987) fazem precisamente a ligação entre estas duas questões: a natureza aleatória da poluição, consequentes incentivos ao incumprimento e necessidade de correcta intervenção do regulador para impedir este comportamento.

Tendo em conta que as propriedades teóricas dos direitos de emissão transaccionáveis são encontradas supondo cumprimento perfeito dos limites ambientais estabelecidos, a violação desta hipótese tem, necessariamente, implicações sobre a eficiência deste instrumento de política. Por esse motivo, identificada a possibilidade de existência desta falha de mercado, a mesma não deve ser ignorada. Ao mercado internacional para transacção de GEE, por exemplo, contemplado pelo Protocolo de Quioto, Aldy *et al.* (2003) apontam a sua incapacidade em proporcionar os incentivos correctos à participação e cumprimento dos objectivos estabelecidos – o mesmo acontecendo às alternativas de política que os mesmos apresentam.⁹⁵

Entidades reguladoras com orçamentos limitados para suportar os custos de monitorização e controlo necessários para obrigar as empresas a cumprir os limites de emissões estipulados são um dos motivos na base do problema. Por outro lado, o comportamento óptimo das empresas consiste em não cumprir os limites de poluição se a penalização marginal pelo incumprimento for menor que o custo marginal do cumprimento. Logo, uma correcta determinação do valor da penalização por parte da

⁹⁵ Barrett e Stavins (2003) corroboram esta conclusão acerca da incapacidade do protocolo de Quioto, e restantes propostas alternativas, criarem os incentivos necessários à participação e cumprimento. Apesar de apontarem alguns incentivos que seriam capazes de fomentar a participação e cumprimento necessários, Barrett e Stavins (2003) reconhecem a grande dificuldade que há na sua implementação em acordos internacionais, tendo em conta que os seus participantes são nações soberanas.

entidade reguladora é de capital importância para garantir a eficiência dos mercados para transacção de direitos de emissão.

Beavis e Walker (1983b) destacam o facto de, com descargas poluentes estocásticas, as empresas formularem os seus planos de descarga com base no pressuposto de que a autoridade ambiental tem acesso apenas a estimativas imperfeitas dessas suas actividades. Por esse motivo, as empresas alteram as actividades de descarga consoante a frequência com que a entidade reguladora as monitorizar. Beavis e Walker (1983b) concluem, portanto, que para um objectivo ambiental exógeno definido pela autoridade ambiental e uma determinada função de penalização previamente estabelecida, a forma e a frequência com que a entidade reguladora efectua a monitorização influencia as actividades de descargas poluentes por parte das empresas. Consideram, por isso, que a taxa de monitorização e o número de títulos de emissão a distribuir devem ser escolhidos simultaneamente pela entidade reguladora, pois são determinantes do cumprimento ou não dos limites ambientais.

Em Beavis e Walker (1983a), por seu lado, defendem que para assegurar o cumprimento da restrição ambiental (ainda que à custa de alguma perda nos lucros agregados das empresas) se deve adoptar uma abordagem mista, preço/quantidade, com a aplicação de impostos sobre as taxas médias de descargas poluentes e sobre a variância das descargas. Os autores chegam a esta conclusão depois de especificarem o objectivo ambiental em termos probabilísticos, de forma a traduzir a natureza estocástica dos níveis e composição das descargas poluentes. A abordagem mista, preço/quantidade, surge como forma de atenuar os problemas causados pela não-convexidade introduzida com a representação do problema desta forma.

Esta linha de investigação foi seguida por Beavis e Dobbs (1987) focando-se, no entanto, em aspectos não incluídos na análise de Beavis e Walker (1983a), sobretudo o processo através do qual as empresas poluentes são controladas em relação às restrições ambientais. Para o efeito, Beavis e Dobbs (1987) modelizam de forma explícita o processo de monitorização, adjudicação e o processo decorrente nos tribunais, em casos de incumprimento. O principal contributo deste estudo consiste no destaque dado aos diversos fluxos de informação (autoridades dos tribunais, autoridades ambientais e empresas poluentes) para a eficiência final deste instrumento de política.

Posteriormente, Malik (1990) analisa também as consequências do incumprimento por parte de algumas empresas sobre o resultado obtido no mercado de

direitos de emissão. o autor demonstra não ser possível minimizar os custos de abatimento das emissões com este instrumento de política na presença desta falha de mercado, colocando assim em causa a sua eficiência.

De acordo com Malik (1990), a procura de títulos de emissão por parte de uma empresa não cumpridora depende da sua atitude face ao risco e das características da política de controlo e monitorização adoptada pelo regulador. Logo, o preço de equilíbrio dos títulos de emissão vai depender também destes dois factores.

Do trabalho de Malik (1990) destacamos os seus resultados relativos à relação existente entre incumprimento, monitorização, parâmetros de penalização e o preço de equilíbrio dos títulos de emissão. Estes resultados permitem perceber a importância que deve ser atribuída à questão do possível incumprimento da regulação no momento de concepção de qualquer política ambiental em geral, e de mercados para transacção de direitos de emissão, em particular. Se as (naturais) variações de preço dos títulos de emissão influenciam o número de empresas não cumpridoras da regulação, influenciam também, conseqüentemente, a distribuição de custos de abatimento entre empresas e, logo, a eficiência do mercado. Portanto, esta questão tem de ser contemplada e prevista antes da implementação do mercado, para que seja possível atingir os resultados pretendidos.

Keeler (1991) segue a mesma linha de investigação de Malik (1990) mas inclui um aspecto adicional: compara o desempenho do mercado para transacção de direitos de emissão com o desempenho de standards ambientais, na presença de incumprimento. Keeler (1991) justifica esta comparação com a necessidade de aferir se o mercado para transacção de direitos de emissão consegue atingir o mesmo nível de poluição, a um custo mais baixo do que um standard ambiental, mesmo na presença desta falha de mercado.

Keeler (1991) considera que a função de penalização que as empresas enfrentam em caso de incumprimento é determinante para o resultado final atingido pela regulação ambiental, pelo que analisa os resultados para três tipos de funções penalização: constantes, crescentes e decrescentes. Keeler (1991) conclui que o mercado para transacção de direito de emissão tem um melhor desempenho que os standards ambientais com uma função do primeiro tipo (constantes), sendo ambíguo o resultado no segundo e terceiro casos, no que respeita aos níveis de poluição atingidos. Uma vez mais, a vantagem do instrumento de política baseado no mercado

face a um instrumento do tipo *Comando-e-Controlo* deixa de ser absoluta para depender de uma característica da instituição de mercado. Isto porque, os resultados de Keeler (1991) demonstram que o primeiro pode ter mais dificuldade em garantir o cumprimento do objectivo ambiental estipulado.

Keeler (1991) realça que, em qualquer circunstância, o sistema de transacção de direitos de emissão impõe menores custos de abatimento para as empresas reguladas. Portanto, se contemplada a incerteza acerca do nível de emissões controlado e dos custos de cumprimento das empresas reguladas, no momento de concepção deste instrumento de política, serão definidas as necessárias penalizações e sistemas de controlo do cumprimento. Keeler (1991) considera ainda que, se abandonada a hipótese de probabilidades de monitorização e penalização constantes para todas as empresas, os seus resultados seriam mais favoráveis ao mercado para transacção de direitos de emissão. Isto porque aponta as transacções efectuadas no mercado de direitos de emissão como um sinal fornecidos aos reguladores acerca dos custos de abatimento das empresas, inexistente no caso de se adoptar um standard ambiental. Keeler (1991) defende a centralização de esforços de fiscalização sobre as empresas com maiores custos de abatimento, por considerar que estas apresentam uma maior probabilidade de incumprimento, e essa é uma informação obtida com maior precisão nos mercados para transacção de direitos de emissão do que através dos standards ambientais.

Stranlund e Dhanda (1999) contrariam este último argumento de Keeler (1991), ao concluírem que a decisão das empresas reguladas através de mercados para transacção de direitos de emissão, no que respeita ao cumprimento ou violação dos limites estipulados, é independente das características específicas das empresas.

O trabalho de Stranlund e Dhanda (1999) pretende fornecer indicações de política às entidades reguladoras acerca da melhor forma de utilizarem os recursos disponíveis para garantirem o cumprimento dos objectivos ambientais estipulados, não se limitando a avaliar as características do sistema de transacção de títulos de emissão em termos de bem-estar, comparando-os com políticas ambientais alternativas. Stranlund e Dhanda (1999) avaliam, portanto, a melhor forma de aplicar os recursos de monitorização e penalização (escassos) sobre empresas heterogéneas não cumpridoras.

O modelo de Stranlund e Dhanda (1999) considera um conjunto de empresas heterogéneas⁹⁶ e neutras face ao risco, inseridas num mercado para transacção de

⁹⁶ Devido a um conjunto de factores exógenos, como o preço dos factores produtivos e dos próprios produtos finais, e as

direitos de emissão concorrencial, pelo que todas as empresas são *price-takers*. Estes autores supõem ainda que é distribuído um determinado volume de direitos de emissão, de forma gratuita e que, funcionando este mercado de forma concorrencial, se estabelecerá um preço constante para os mesmos. O objectivo de Stranlund e Dhanda (1999) é o de avaliarem a probabilidade das estratégias de monitorização e penalização, adoptadas pela autoridade reguladora, afectarem o equilíbrio do mercado e, conseqüentemente, afectarem as escolhas de cumprimento de equilíbrio por parte das empresas reguladas (que assumem neutras face ao risco). Como os próprios autores destacam, a grande diferença do seu modelo face a anteriores, como Malik (1990) e Keeler (1991), está no facto de lidarem explicitamente com a questão da concepção de um programa de fiscalização e penalização para um sistema de transacção de direitos de emissão.⁹⁷

Com os resultados obtidos pelo seu modelo, Stranlund e Dhanda (1999) retiram as seguintes conclusões.

Em primeiro lugar, as emissões poluentes das empresas (logo, as decisões de cumprimento ou violação) são independentes quer da probabilidade de serem sujeitas a uma auditoria (ou fiscalização) quer do rigor das penalizações impostas pelo regulador. Stranlund e Dhanda (1999) identificam, no entanto, um efeito indirecto da política escolhida pelo regulador sobre as emissões de equilíbrio: ao afectar o preço de equilíbrio dos títulos de emissão, afecta também as escolhas de equilíbrio quanto ao montante das emissões.

Em segundo lugar, Stranlund e Dhanda (1999) concluem que a opção das empresas quanto à violação ou cumprimento dos seus limites de emissões é independente das suas próprias características exógenas. Ou seja, mantendo constantes as fiscalizações e penalizações, bem como o preço dos títulos de emissão, uma alteração nos parâmetros que afectam os custos de abatimento da empresa não tem qualquer influência na sua opção por violar, ou não, os limites impostos. Isto acontece porque o benefício marginal esperado da redução das violações dos limites ambientais impostos à empresa é a penalização marginal esperada que consegue evitar. Ora, esta não depende,

características paramétricas das suas tecnologias de produção e de abatimento.

⁹⁷ Stranlund e Dhanda representam os esforços de monitorização da entidade reguladora pela probabilidade que uma empresa tem de ser sujeita a uma auditoria, e os esforços de penalização através dos recursos afectos às punições das violações detectadas. Stranlund e Dhanda (1999) modelizam as escolhas de monitorização e penalização por parte do regulador como um jogo de duas fases, com informação completa. Numa primeira fase, a autoridade reguladora, sujeita a uma restrição orçamental, procede à escolha do regime de monitorização e penalização que minimiza o incumprimento total num sistema de transacção de direitos de emissão. Na segunda fase, as empresas decidem o montante das suas emissões poluentes, a procura por direitos de emissão e suas conseqüentes violações, estabelecendo-se assim o equilíbrio no mercado de direitos de emissão.

obviamente, das características da empresa, sendo previamente estabelecida pela entidade reguladora.

Este segundo resultado sugere que a diferença nas decisões de violação por parte das empresas se deve a diferenças dos esforços de fiscalização e penalização aplicados pelo regulador e não a diferenças fundamentais nas próprias empresas. Tal não significa, porém, que as violações de equilíbrio sejam independentes das características exógenas das empresas, pois existe um efeito de preço indirecto. Como lembram Stranlund e Dhanda (1999), as características exógenas das empresas afectam a procura agregada dos títulos de emissão e, conseqüentemente, o preço de equilíbrio dos títulos, que por sua vez afectam as violações de equilíbrio.

Depois de caracterizado o comportamento das empresas num mercado para transacção de direitos de emissão, Stranlund e Dhanda (1999) desenvolvem um modelo que lhes permite encontrar um programa óptimo de auditorias e penalizações para este instrumento de política ambiental, tendo em conta a limitação de recursos do regulador. A conclusão a que chegam é que este não pode basear-se nas características exógenas das empresas para decidir a melhor forma de distribuir os seus esforços, tal como seria de esperar tendo em conta os dois resultados anteriormente referidos acerca das escolhas das empresas. Ou seja, não se justifica aplicar esforços mais intensos de fiscalização para empresas que usem tecnologias de abatimento menos avançadas, ou processos produtivos mais poluentes, ou que difiram de qualquer outra forma.

Esta conclusão tem implicações relativamente ao valor da informação que o regulador possui acerca dos custos de abatimento das empresas, para a concepção da estratégia de fiscalização e penalização pelo incumprimento. De acordo com os resultados de Stranlund e Dhanda (1999), o problema da assimetria de informação entre empresas e regulador deixa então de ser relevante para a definição da estratégia de fiscalização por parte da entidade reguladora.⁹⁸

Dada a necessidade de confirmação desta indicação de política, resultante de um estudo teórico, e a escassez de dados empíricos suficientes para o efeito, Stranlund e Dhanda (1999) referem as potencialidades da metodologia experimental para avanços

⁹⁸ Stranlund e Dhanda (1999) salientam, porém, que a sua recomendação para a implementação de esquemas de fiscalização e penalização uniformes depende de parâmetros fundamentais desses mesmos esquemas. Ou seja, se os custos das auditorias ou da aplicação das penalizações forem diferentes para diferentes empresas, as suas recomendações deixam de ser adequadas. Sendo necessária uma estratégia diferenciada, devido a diferenças nos parâmetros de monitorização e penalização em diferentes regiões, por exemplo, passa a ser útil e relevante o conhecimento das características exógenas das empresas. Uma vez que essas características afectam o preço de equilíbrio dos direitos de emissão, influenciam também o programa óptimo de auditorias e penalizações.

no conhecimento nesta área. E é precisamente nesse sentido que surge a experiência laboratorial de Murphy e Stranlund (2005), para testar as previsões teóricas de Stranlund e Dhanda (1999).

Murphy e Stranlund (2005) baseiam-se num desenho experimental bastante simples, com emissões determinísticas, sem *banking*, com auditorias totalmente aleatórias, mas com uma probabilidade constante e conhecida pelas empresas. O seu objectivo é aferir a capacidade do regulador garantir o cumprimento do limite ambiental estabelecido por parte das empresas inseridas em mercados para transacção de direitos de emissão. No que diz respeito ao comportamento/decisões de cumprimento por parte de empresas neutras face ao risco, inseridas em mercados para transacção de direitos de emissão, os resultados laboratoriais obtidos por Murphy e Stranlund (2005) confirmam as conclusões teóricas do modelo de Stranlund e Dhanda (1999). Ou seja, o cumprimento ou violação dos limites ambientais por parte das empresas, é independente dos seus custos de abatimento, isto é, das características exógenas de cada uma.

No entanto, Murphy e Stranlund (2005) concluem ainda que essas decisões de cumprimento não são independentes da forma como é feita a afectação inicial dos títulos, determinando se irão tornar-se compradores ou vendedores líquidos no mercado. Os resultados experimentais obtidos por estes autores indicam uma maior tendência para o incumprimento por parte dos compradores de títulos do que por parte dos vendedores. Assim, se não existe qualquer justificação teórica nem empírica (visto que os resultados experimentais confirmaram a hipótese teórica) para seleccionar as empresas a fiscalizar com base nas suas características específicas, direccionar esforços de forma diferenciada para empresas compradoras líquidas de direitos de emissão é uma indicação que se retira da análise dos resultados experimentais obtidos por Murphy e Stranlund (2005).

As hipóteses de estudo de Murphy e Stranlund (2005) são formadas a partir de modelos concebidos com base no pressuposto de empresas neutras face ao risco. No entanto, Murphy e Stranlund (2005) apontam este como sendo um aspecto a melhorar. Consideram que, se as preferências dos indivíduos face ao risco devem ter um papel importante em qualquer modelo teórico que analise as decisões de cumprimento dos limites ambientais por parte das empresas, também os estudos experimentais deveriam incluir esta informação. Este constitui, portanto, um desenvolvimento futuro necessário para um melhor conhecimento da matéria.

O estudo experimental de Murphy e Stranlund (2006) foca os efeitos directos e indirectos de alterações nas estratégias de controlo e fiscalização por parte do regulador sobre as decisões de cumprimento e níveis de emissões de empresas inseridas num mercado para transacção de direitos de emissão. Estes autores realçam a ligação a que estão sujeitas as empresas inseridas num mercado para transacção de direitos de emissão, devido ao funcionamento do próprio mercado, e que não existe com outro tipo de regulação (quer políticas de comando-e-controlo, quer impostos sobre as emissões, por exemplo). Por esse motivo, as decisões de cumprimento ou não dos limites ambientais impostos por parte das empresas, repercutem-se no mercado impondo efeitos indirectos sobre o próprio nível de cumprimento dos limites ambientais, através do preço dos títulos de emissão.

Os resultados experimentais de Murphy e Stranlund (2006) demonstram a existência de um efeito directo dos esforços de fiscalização do regulador sobre as decisões de cumprimento ou violação por parte das empresas. Igualmente, constata-se que esses esforços dão origem a um efeito indirecto, de sinal oposto, através dos preços dos títulos no mercado. Por isso, Murphy e Stranlund (2006) constata-se que os resultados de esforços de controlo e fiscalização adicionais, com o intuito de diminuir o incumprimento, são em parte anulados pelo efeito indirecto sobre os preços. Mais auditorias, ou penalizações mais fortes, têm impacto ambiental se derem origem a aumentos no preço de equilíbrio de mercado dos títulos de emissão (efeito indirecto). Segundo Murphy e Stranlund (2006), essas alterações na política de fiscalização e controlo não têm qualquer impacto nas escolhas do nível de emissões das empresas – efeito directo nulo – pelo que a qualidade ambiental apenas pode ser influenciada através do efeito negativo dos preços dos títulos de emissão.

No que respeita à hipótese de independência das escolhas individuais quanto ao nível de emissões, face à distribuição inicial de títulos, os resultados experimentais de Murphy e Stranlund (2006) corroboram os de Murphy e Stranlund (2005). Isto é, conforme essa distribuição inicial determine que a empresa se torna compradora ou vendedora líquida de títulos, também o cumprimento e os níveis de emissão de alteram. Tal como o estudo anterior, consideram existir menor tendência para o incumprimento por parte dos vendedores líquidos. Portanto, Murphy e Stranlund (2006) concluem que na altura do regulador decidir os esforços de controlo, fiscalização e penalização este é um aspecto a tomar em consideração, bem como a dimensão dos referidos efeitos

directos e indirectos. Só assim se torna possível que o mercado para transacção de direitos de emissão dê origem ao resultado mais eficiente.

Já as experiências laboratoriais de Cason e Gangadharan (2006) têm um desenho diferente, considerando emissões estocásticas, permitindo o *banking* de títulos e prevendo auditorias às empresas baseadas no seu comportamento passado. Estes autores analisam as decisões de cumprimento ou não dos limites ambientais por parte de empresas inseridas em mercados para transacção de direitos de emissão, em interacção com o problema da incerteza relativamente ao nível efectivo das emissões e a possibilidade de *banking* dos títulos de emissão. O grande contributo de Cason e Gangadharan (2006) consiste precisamente no estudo destes diferentes aspectos em simultâneo. O desenho laboratorial torna-se mais próximo da realidade, e os resultados obtidos com a experiência mais úteis para uma melhor concepção deste tipo de programas ambientais.

Para avaliarem o seu impacto sobre a eficiência do mercado, Cason e Gangadharan (2006) permitem o *banking* de títulos em metade das sessões experimentais, e na outra metade não. Por outro lado, controlam também o efeito de choques correlacionados nas emissões poluentes das empresas, contemplando-os em metade das sessões, sendo os choques nas restantes não correlacionados. Relativamente à política de controlo do cumprimento, Cason e Gangadharan (2006) concebem um ambiente dinâmico, onde a probabilidade de auditoria depende do cumprimento, ou não, dos limites ambientais em períodos anteriores e das inspecções realizadas. Num primeiro momento todos os sujeitos começam no mesmo grupo, o grupo 1. No entanto, se após uma inspecção for detectado incumprimento por parte de alguns indivíduos, para além de terem de pagar uma multa previamente anunciada, são transferidos para o grupo 2. A diferença entre estes grupos consiste na frequência de monitorização e no valor da multa em caso de incumprimento, sendo ambas mais elevadas no grupo 2.⁹⁹

Com base nos resultados experimentais obtidos, Cason e Gangadharan (2006) chegam às seguintes conclusões. A probabilidade de cumprimento da regulação é significativamente maior quando os sujeitos se encontram no grupo de inspecção 2, o que significa que o seu comportamento depende da maior ou menor probabilidade de serem inspeccionados. Ora, esta é uma conclusão contrária à de Stranlund e Dhanda

⁹⁹ Se, porém, os indivíduos no grupo 2 forem inspeccionados e se encontrarem a cumprir os limites a que estão sujeitos, são transferidos novamente para o grupo 1, onde a frequência de monitorização e a multa por incumprimento são menores. Esta divisão dos indivíduos em dois grupos com diferente probabilidade de inspecção baseia-se no modelo dinâmico de Harrington (1988).

(1999) que demonstrou teoricamente que as decisões de cumprimento, ou não, por parte das empresas eram independentes da probabilidade de fiscalização e do nível de penalização estabelecido para o incumprimento. Por ser um resultado não explicado teoricamente, necessita de estudos adicionais que o confirmem.

Cason e Gangadharan (2006) concluem ainda que a probabilidade de cumprimento dos limites ambientais por parte dos indivíduos diminui com preços de direitos de emissão mais elevados e grandes choques sobre o nível de emissões. Por outro lado, o custo marginal de abatimento das diferentes empresas não se revela determinante para as decisões de cumprimento das empresas. Estas duas conclusões de Cason e Gangadharan (2006), ao contrário da primeira, vão de encontro às previsões teóricas.

De igual forma, os resultados experimentais confirmam, tal como previsto, a capacidade do *banking* ajudar a eliminar a volatilidade de preços causada pela incerteza acerca do nível efectivo das emissões poluentes. No entanto, Cason e Gangadharan (2006) verificam também que nos tratamentos em que o *banking* é permitido se regista um menor cumprimento da regulação, ou seja, um maior nível de emissões poluentes. Os participantes na experiência sub-avaliam as suas emissões no final de cada período de forma mais frequente quando se permite o *banking* de títulos. Aparentemente, estes sujeitos consideram que os benefícios de não indicar correctamente o valor das suas emissões são maiores quando podem poupar os títulos para utilização futura, pois os títulos não usados não perdem o valor.

Este último resultado necessita, obviamente, de explicação e requer investigação adicional. Está implícito um importante *tradeoff* entre a volatilidade dos preços e o incumprimento, pois o *banking* resolve um problema mas acentua o outro. Por isso, Cason e Gangadharan (2006) salientam a necessidade de mais estudos com o intuito de melhor compreender os incentivos ao incumprimento, na presença de *banking*.¹⁰⁰

Na literatura económica encontramos o trabalho teórico de Innes (2003), com um objectivo semelhante ao de Cason e Gangadharan (2006). Debruça-se sobre a questão da incerteza acerca dos custos de abatimento das empresas, na presença de emissões poluentes estocásticas e suas implicações nos custos da política de controlo e monitorização por parte da entidade reguladora. Innes (2003) contempla a possibilidade

¹⁰⁰ Referem também a existência de programas que estabelecem limitações relativamente ao número de títulos que podem ser utilizados no futuro, pelo que deixam ainda esta indicação para estudos futuros: análise da relação entre diferentes regras de *banking* e os incentivos ao cumprimento/ incumprimento dos limites ambientais.

de transacção intertemporal dos títulos (*borrowing* e *banking*) e avalia o seu impacto não só no que respeita à diminuição da volatilidade dos preços dos títulos de emissão, mas também nos custos suportados pelo regulador para garantir o cumprimento dos limites ambientais.

Com poluição estocástica existe uma grande probabilidade do volume de emissões poluentes das empresas ser maior do que o permitido pelos títulos de emissão que possui. Nesse caso, a entidade reguladora é forçada a intervir, aplicando as sanções ou multas previamente estabelecidas para o incumprimento. Esta intervenção tem custos, nomeadamente administrativos. Por isso, Innes (2003) considera que a transacção intertemporal dos direitos de emissão, melhoraria a eficiência deste instrumento por duas vias: a diminuição dos custos de intervenção do regulador e a diminuição da volatilidade dos preços dos títulos de emissão. Ou seja, este autor considera que o *banking*, nomeadamente, diminuiria o incumprimento e, conseqüentemente, a necessidade de intervenção do regulador para aplicação de sanções. Logo, para além do argumento mais habitual em defesa desta característica nos mercados para transacção de direitos de emissão, identifica um motivo adicional: diminuição dos custos do regulador para garantir o cumprimento.

Este é, claramente, um estudo com conclusões contrárias às de Cason e Gangadharan (2006). Ainda que o desenho da experiência laboratorial destes últimos não se baseie no modelo teórico de Innes (2003), a falta de consenso relativamente a esta relação entre *banking* e cumprimento é evidente, pelo que carece de investigação adicional.

Numa linha de investigação diferente inserem-se os trabalhos teóricos de van Egteren e Weber (1996), Malik (2002) e Chavez e Stranlund (2003). Todos analisam o problema do incumprimento dos limites de emissões por parte de empresas inseridas num mercado para transacção de direitos de emissão, na presença de poder de mercado.

van Egteren e Weber (1996) baseiam-se, para o efeito, em dois trabalhos que referimos anteriormente: Hahn (1984) e Malik (1990). Combinando os resultados daqueles dois autores, van Egteren e Weber (1996) procuram avaliar o impacto do exercício do poder de mercado sobre o preço de equilíbrio dos títulos de emissão e os respectivos níveis de cumprimento das empresas reguladas.

van Egteren e Weber (1996) concluem que a afectação inicial dos títulos de emissão pode ser utilizada, não só para limitar o possível exercício do poder de

mercado, como defendia Hahn (1984), mas também como forma de influenciar o cumprimento da regulação. Estes autores consideram que uma diminuição da dotação de títulos da empresa com poder de mercado aumenta os níveis de cumprimento das empresas da franja competitiva e provoca um aumento das violações por parte da empresa dominante. Ora, van Egteren e Weber (1996) sugerem que, se concentrados os esforços de fiscalização e controlo apenas numa empresa, e não num grande conjunto de empresas da franja competitiva, tornam-se menos dispendiosos e permitem otimizar o orçamento limitado da entidade reguladora

No modelo de van Egteren e Weber (1996) sugere-se que o regulador use quer a probabilidade da empresa ser auditada, quer a distribuição inicial de títulos, como instrumentos de política com vista a obrigar a empresa dominante a cumprir. Ao fazê-lo, diminui-se o incumprimento e aumentam os benefícios sociais líquidos, compostos pelos lucros das empresas, custos de cumprimento e danos ambientais.

Malik (2002), por seu lado, apresenta conclusões diferentes, considerando que o incumprimento das empresas concorrenciais pode ser socialmente desejável, por diminuir as distorções causadas pelo poder de mercado. Ou seja, se as empresas concorrenciais não cumprirem os limites estabelecidos, a sua procura por títulos de emissão torna-se mais elástica face ao preço, reduzindo-se assim quer a capacidade de exercício de poder de monopólio, por parte da empresa dominante, quer a divergência entre os lucros marginais de ambas.

Por isso, Malik (2002) considera que podem existir benefícios sociais associados ao não cumprimento, mas que devem ser comparados com os custos sociais do mesmo. Isto é, deve avaliar-se o impacto de maiores níveis de emissões poluentes e maiores danos ambientais, associados ao incumprimento das empresas da franja competitiva, e compará-los com os benefícios de um comportamento mais eficiente por parte da empresa dominante.

Malik (2002) considera que, se a empresa dominante exercer o seu poder de monopólio possui os incentivos suficientes para cumprir os limites impostos, detendo o número adequado de títulos de emissão. Portanto, não considera necessária qualquer intervenção de política no sentido de evitar o incumprimento.

Os resultados e conclusões de Malik (2002) divergem, assim, de van Egteren e Weber (1996) porque demonstram que, quando existe incumprimento dos limites de emissões impostos, pode não ser socialmente óptimo escolher uma dotação inicial de

títulos de emissão que elimine o poder de mercado. Insere-se assim na teoria do segundo-óptimo, segundo a qual, na presença de duas falhas de mercado em simultâneo – poder de mercado e incumprimento - a correcção de apenas uma delas não implica necessariamente um aumento do bem-estar social. Ou seja, de acordo com esta teoria, existem sempre situações em que o não cumprimento é desejável, tendo em conta a sua capacidade para trazer as emissões para o seu nível de primeiro-óptimo.

Chavez e Stranlund (2003) analisam a mesma questão – o problema do incumprimento na presença de empresas com poder de mercado - mas introduzem uma diferença: consideram o cumprimento, ou não, dos limites ambientais impostos, endógeno ao modelo e não uma variável exógena. O objectivo destes autores é identificar eventuais diferenças na política de controlo e fiscalização por parte do regulador num mercado de direitos de emissão com poder de mercado ou num mercado concorrencial. Retomando o trabalho de Hahn (1984), examinam também como é que os esforços e custos de cumprimento suportados pelas empresas, quando considerados endógenos, afectam a escolha do regulador acerca da distribuição inicial dos títulos.

Chavez e Stranlund (2003) concluem, ao contrário de Hahn (1984), que os custos de abatimento e de cumprimento¹⁰¹ das empresas podem ser equilibrados de forma eficiente se a empresa dominante participar no mercado dos títulos. Ou seja, a afectação inicial dos títulos de emissão não deve ser tal que impeça que tal aconteça. Estes autores consideram que o exercício do poder de mercado pode ser explorado para diminuir os custos totais deste tipo de programa ambiental. Tal como Malik (2002), Chavez e Stranlund (2003) apontam a necessidade de comparar as perdas de eficiência que o exercício do poder de mercado acarreta, com a redução dos custos de garantir o cumprimento que também permite. A afectação inicial eficiente dos títulos de emissão pode agora ser tal que implique a transacção de títulos da empresa dominante, pelo que a distribuição final dos títulos não igualiza os custos marginais de abatimento - custos marginais de abatimento iguais entre as empresas da franja competitiva mas maiores ou menores do que os da empresa dominante, consoante esta seja vendedora ou compradora líquida de títulos.

¹⁰¹ Estes autores consideram que para a determinação do nível óptimo de abatimento do mercado se devem contabilizar os custos marginais de abatimento mas também os custos das auditorias, relatórios de monitorização, etc., que as empresas são obrigadas a efectuar, para fornecer ao regulador a informação sobre as emissões – que designam por custos de cumprimento. Tal consideração traz implicações para a análise empírica acerca da eficiência dos mercados para transacção de direitos de emissão. Chavez e Stranlund (2003) consideram que esta deixa de ser apenas uma questão de igualização dos custos marginais de abatimento pelo que, a avaliação da distribuição final dos títulos, após as transacções de mercado, deve contemplar também os custos de garantir o cumprimento.

No que respeita à política de controlo e fiscalização num mercado de direitos de emissão com uma estrutura de concorrência imperfeita, Chavez e Stranlund (2003) concluem que a empresa dominante e as empresas da franja competitiva devem ser controladas pelo regulador de formas distintas. Consideram que uma estratégia de fiscalização uniforme pode garantir o cumprimento se perante empresas concorrenciais, mas não conseguir gerar os incentivos suficientes para empresas com poder de mercado. Sobretudo se esta for compradora líquida de títulos, tem incentivos muito mais fortes para não cumprir os limites estabelecidos pelo regulador do que as empresas competitivas. Por isso, Chavez e Stranlund (2003) recomendam a aplicação de maiores esforços de fiscalização sobre as mesmas. Se, pelo contrário, a empresa dominante for vendedora líquida de títulos tem menores incentivos para o incumprimento do que as empresas competitivas, por isso não precisa de ser tão fiscalizada como estas.

A implementação desta estratégia de fiscalização implica, como reconhecem Chavez e Stranlund (2003), que o regulador detenha informação acerca dos custos marginais de abatimento de todas as empresas, de forma a determinar qual a influência da empresa dominante sobre o preço dos títulos de emissão. Ora, a obtenção desta informação é uma dificuldade com que se depara qualquer regulador.¹⁰² Daí que Chavez e Stranlund (2003) considerem natural que a opção política vá mais no sentido de tentar limitar o poder de mercado através de uma correcta distribuição inicial dos direitos de emissão, do que utilizar o mesmo no sentido de atingir a eficiência, na presença de cumprimento imperfeito.

Por último, para encerrar esta secção sobre o problema do cumprimento imperfeito da regulação ambiental, resta-nos referir as dificuldades de implementação de políticas de responsabilização e penalização por incumprimento se estivermos perante mercados internacionais, como o previsto pelo Protocolo de Quioto. Werksman (1999), Mullins (1999) e Baron (1999), entre outros, analisam esta questão, salientando o quão complicado e dispendioso pode ser tentar responsabilizar e penalizar a entidade responsável pela emissão dos títulos em cada país (soberano).

Por isso, nesses estudos surge a indicação de uma regra que visa obrigar ao

¹⁰² Argumentos em defesa do leilão inicial dos títulos de emissão, em oposição à sua distribuição gratuita, incluem este aspecto: diminuição do exercício do poder de mercado, sem necessidade de grande informação por parte do regulador. Chavez e Stranlund (2003) referem a este respeito que não são ainda conhecidos os custos de garantir o cumprimento dos títulos leiloados. Portanto, consideram um requisito essencial a comparação dos mesmos com os dos títulos distribuídos de forma gratuita no debate leilão vs *grandfathering*.

cumprimento dos limites ambientais estabelecidos aquando da criação deste mercado, mas coloca a responsabilidade do cumprimento sobre o comprador dos títulos de emissão. Ou seja, se o vendedor dos títulos de emissão não abater as emissões poluentes correspondentes aos títulos vendidos, o comprador não os poderá utilizar, porque se tornam inválidos – regra da responsabilidade do comprador, em oposição à habitual regra da responsabilidade da entidade emitente. Assim, os compradores de títulos de emissão teriam todo o interesse em comprar os títulos de que precisassem aos agentes no mercado que merecessem maior confiança.

No entanto, a regra da responsabilidade do comprador pode implicar custos de transacção demasiado elevados e redução da liquidez no mercado, para além de se poder revelar mais complicada de administrar do que a regra da responsabilidade da entidade emitente. Isto porque, em caso de incumprimento, seria necessário definir, nomeadamente, quais as transacções a não validar (os últimos títulos vendidos? ou um desconto proporcional de todos os títulos vendidos? ou ainda outra regra?...). Por outro lado, não fica claro dos estudos que referimos, se os incentivos ao cumprimento que a regra da responsabilidade do comprador exerce sobre o mercado são, ou não, maiores do que os que se conseguem com o uso da regra alternativa.

Em relação a esta regra, Tietenberg (2003a) diz que elimina a natureza de “bem transaccionável” aos títulos de emissão já que o seu valor pode diminuir retroactivamente, criando assim incerteza quanto ao seu valor até que o período de controlo termine. Por outro lado, lembra também que esta regra poderá interferir com o desenvolvimento dos mercados financeiros para os títulos de emissão e desencorajar as suas trocas. Kusakawa e Saijo (2002), por sua vez, consideram que a introdução desta regra faz com que o bem transaccionado deixe de ser propriamente um título de emissão. Classificam-no mais como um título de crédito, uma obrigação, cuja validade é determinada apenas depois de verificado o nível de emissões do vendedor, no final do período. Parte das experiências laboratoriais descritas por Kusakawa e Saijo (2002) dedicam-se à comparação entre a regra da responsabilidade do vendedor e a regra da responsabilidade do comprador. Kusakawa e Saijo (2002) dividem ainda esta última em dois tipos: responsabilidade relativa ao cumprimento dos contratos de transacção entre os países; e prioridade para o cumprimento dos limites estabelecidos pelo Protocolo de Quioto (mesmo que tal implique não cumprir com os contratos estabelecidos com os outros países). Dos resultados obtidos, Kusakawa e Saijo (2002) verificam uma maior

eficiência no mercado com a utilização da regra da responsabilidade do comprador, com prioridade para o cumprimento dos contratos entre países, do que com prioridade para os compromissos de Quioto. Estes autores salientam que, apesar de frequentemente se considerar prioritário o cumprimento dos compromissos face ao Protocolo de Quioto, os seus resultados experimentais não confirmam que uma regra desse tipo seja a mais eficiente. Por outro lado, Kusakawa e Saijo (2002) concluem ainda que, entre a regra da responsabilidade do vendedor e a regra do comprador, com prioridade para os países, não existe diferença significativa em termos de eficiência, apesar da primeira apresentar uma maior variância do que a segunda.

Quanto ao problema do cumprimento de políticas climáticas globais, uma das soluções que Tietenberg (2003a) considera ser óbvia, para ambientes com fraco grau de fiscalização e capacidade de fazer cumprir os limites estabelecidos, é o estabelecimento de múltiplos períodos de compromisso. Assim, torna-se possível declarar uma parte não cumpridora como não elegível para transacções em momentos futuros, e também reduzir-se-lhe o número de títulos a que tem direito.

Cason (2003), por seu lado, constrói uma experiência laboratorial com o intuito de analisar a questão dos incentivos ao cumprimento dos limites de emissões poluentes estabelecidos, por parte da regra da responsabilidade do comprador. Para o efeito considera uma estrutura de mercado simples, sem contemplar as outras falhas de mercado que normalmente existem no mesmo, para dessa forma retirar conclusões claras acerca desta questão. Cason (2003) inclui a hipótese dos vendedores dos títulos de emissão solicitarem inspecções para verificação de que o seu abatimento da poluição é efectivo. Mesmo implicando suportar custos, dessa forma os potenciais vendedores garantem que os seus títulos de emissão são de confiança.

Os resultados experimentais obtidos por Cason (2003) mostram que os vendedores dos títulos de emissão efectivamente investem nesta garantia, aumentando assim a eficiência na afectação dos recursos, quer no mercado do produto quer no mercado para transacção de direitos de emissão. Verifica-se ainda que os compradores de títulos de emissão estão dispostos a pagar um prémio por aqueles que considerem de confiança, ou seja, por títulos de empresas que se sujeitem a processos de inspecção, ultrapassando-se assim o problema da assimetria de informação entre os agentes. Consequentemente, esta regra implica que títulos de diferentes entidades sejam vendidos a diferentes preços, pois o preço de mercado reflecte agora o risco de

incumprimento dos participantes. Os preços de mercado dos títulos de emissão constituiriam assim um incentivo para que os vendedores cumprissem os seus compromissos de redução de emissões.

Em suma, a eficiência de um mercado para transacção de direitos de emissão depende, tal como acontece com qualquer outro instrumento de regulação ambiental, da capacidade de controlo e fiscalização do regulador, necessários para garantir o cumprimento dos limites ambientais impostos. Uma vez mais, verifica-se que a definição das regras de funcionamento deste mercado é fundamental para a obtenção dos resultados pretendidos – montante das penalizações, frequência das auditorias, empresas a fiscalizar mais vezes, regra da responsabilidade do vendedor *vs.* comprador. Apesar de ser, em última instância, uma decisão política, constitui um aspecto adicional a ter em consideração pela literatura económica sobre regulação ambiental e que necessita ainda de resultados mais consistentes.

3.6 – INCENTIVOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

A relação entre a adopção de determinado instrumento de política ambiental e sua implicação sobre alterações tecnológicas nos sectores regulados deve ser também considerada no momento de avaliação de desempenho dos primeiros. Se, por um lado, os impactos ambientais resultantes da actividade económica e social são influenciados por alterações tecnológicas,¹⁰³ a adopção de políticas ambientais, por outro, criam elas próprias novas restrições e incentivos ao processo de desenvolvimento tecnológico. Ao forçarem as empresas a tomar opções que não tomariam na ausência da regulamentação ambiental, alteram os incentivos à inovação e/ou adopção de tecnologias mais limpas. A análise teórica desta questão deveria ainda incluir a resposta da entidade reguladora ao desenvolvimento tecnológico, e a maioria dos modelos desenvolvidos e que aqui referiremos não o fazem. Como o desenvolvimento tecnológico implica diminuição dos custos marginais de abatimento, o nível eficiente de abatimento também vem alterado, o

¹⁰³ Que, por isso mesmo, deveriam ser tidos em consideração aquando da determinação do nível óptimo de abatimento. Esta não será, porém, uma questão abordada no presente trabalho. Sobre o assunto, ver por exemplo, Goulder e Mathai (2000) e Manne e Richels (2004). Estes autores derivam modelos que incluem a tecnologia induzida pelas políticas ambientais, com o objectivo de caracterizar o padrão óptimo de emissões ao longo do tempo e os respectivos custos de abatimento das emissões poluentes.

que significa que se poderia estabelecer um objectivo ambiental mais ambicioso. Ou seja, no caso da criação de mercados para transacção de direitos de emissão, a entidade reguladora deveria diminuir os títulos emitidos. No entanto, não podemos diminuir o contributo dos modelos desenvolvidos por esse motivo já que, na realidade, as políticas ambientais são fixadas para períodos de tempo relativamente longos. Ou seja, é fixado o objectivo ambiental, por parte da entidade reguladora, sem incluir qualquer antecipação da introdução de novas tecnologias.

Indubitavelmente, a escolha do melhor instrumento de política ambiental para atingir determinado objectivo, deve ter em consideração o melhor resultado em termos de eficiência dinâmica e não apenas estática. Ou seja, como critério de avaliação e comparação entre os diversos instrumentos de política disponíveis, deve constar os incentivos dinâmicos dos mesmos para o desenvolvimento e adopção de novas tecnologias.^{104,105} No longo prazo, este pode ser um dos determinantes mais importantes do sucesso ou não dos esforços de protecção ambiental.

Neste contexto, ao mercado para transacção de direitos de emissão são apontadas algumas vantagens face a outros instrumentos de política. Tietenberg (1985) lembra que este instrumento assume duas funções essenciais, que só um modelo dinâmico consegue captar: estimular o crescimento e desenvolvimento económico, por um lado, e facilitar a adaptação a essa mesma evolução. Ou seja, se o crescimento e desenvolvimento tecnológicos obrigariam a novas intervenções por parte do regulador, caso se optasse por políticas ambientais do tipo *Comando-e-Controlo*, com o MDE (mercado para transacção de direitos de emissão) tal não se verifica pois este automaticamente se encarrega de facilitar e adaptar-se à evolução do sistema.

Comparativamente com os restantes instrumentos de política ambiental, sobretudo de comando-e-controlo, aos mercados para transacção de direitos de emissão são genericamente apontadas estas vantagens: promover, ou incentivar, a eficiência dinâmica, isto é, a adopção de novos processos, novas tecnologias ou novos produtos. Aqueles, ao atribuírem um preço a cada unidade que as empresas emitem, proporcionam

¹⁰⁴ Tietenberg (1985) considera que a utilização de modelos estáticos, na avaliação do desempenho dos mercados de direitos de emissão não permite captar o seu potencial total, em termos de diminuição dos custos de abatimento. Por isso, aponta este como um dos motivos que justificam a obtenção de resultados diferentes dos esperados, nalguns mercados de direitos de emissão existentes nos EUA.

¹⁰⁵ Carraro e Siniscalco (1994) salientam que os modelos econométricos utilizados para estimar os efeitos das políticas ambientais não contemplam normalmente os determinantes e efeitos da inovação, pelo que consideram que os seus resultados não são fiáveis. Seria através da integração entre as políticas ambientais e industrial, que Carraro e Siniscalco (1994) consideram que passaria a resolução desse problema. Ou seja, defendem uma maior interligação entre a investigação sobre economia ambiental e sobre organização industrial e inovação. No entanto, apesar da sua crítica aos modelos econométricos utilizados para a avaliação das políticas ambientais, estes autores não apresentam qualquer modelo alternativo.

incentivos adicionais para a adopção de novas tecnologias que permitam suportar custos inferiores ao preço que têm de pagar para emitir.¹⁰⁶ Estes efeitos dinâmicos por parte de instrumentos de política alternativos sobre o desenvolvimento tecnológico e, conseqüentemente, sobre os custos de cumprimento assumem maior importância quanto maior for o problema ambiental em questão. Isto, quer no que respeita ao nível dos custos de abatimento antecipados, quer no que respeita ao seu horizonte temporal. Estando o presente trabalho focalizado sobretudo no problema das emissões de CO₂ e das conseqüentes alterações climáticas, esta questão não poderia deixar de ser analisada, relativamente ao instrumento de política eleito.

Jaffe *et al.* (2002) fazem uma revisão bastante completa da literatura existente sobre os incentivos à inovação proporcionados por diferentes instrumentos de política ambiental.¹⁰⁷ No trabalho destes autores é perceptível a importância deste aspecto para a avaliação de políticas ambientais alternativas, e também a dificuldade existente na obtenção de resultados universais para os classificar.

Kennedy e Laplante (1995), porém, consideram errada a concepção generalizada de que a adopção de novas tecnologias, mais limpas, implique necessariamente aumentos no bem-estar social. Lembram que tal acarreta custos que têm de ser comparados com os benefícios da nova tecnologia: o efeito *crowding-out*, por exemplo, versus a redução da poluição e dos custos de abatimento. Zhao (2003), por seu lado, considera que, de um ponto de vista puramente teórico, as decisões de investimento em novas tecnologias e a eficiência das políticas ambientais não deveriam estar relacionadas. Corrigir a externalidade ambiental sem causar distorções na economia é o objectivo de qualquer política ambiental. Às empresas e respectivas forças de mercado cabem as decisões de investimento. Zhao (2003) justifica o sentimento generalizado de obrigatoriedade das políticas ambientais em encorajarem o investimento em novas tecnologias de abatimento com a ineficiência das mesmas. Ou seja, por apenas conseguirem corrigir parte das externalidades ambientais a que se propõem, considera-se que um maior investimento em tecnologias mais limpas induzido pelas políticas ambientais reduz a sua ineficiência. Pese embora a pertinência destes argumentos, ao

¹⁰⁶ Capoor e Ambrosi (2006) no relatório que efectuem para o Banco Mundial, acerca da evolução dos mercados para transacção de direitos de emissão de CO₂, começam por destacar nas páginas iniciais a evidência de um estímulo à inovação tecnológica, através dos sinais transmitidos pelos preços destes títulos.

¹⁰⁷ Jaffe *et al.* (2002) fazem ainda um enquadramento de diversas questões teóricas habitualmente relacionadas com o processo de desenvolvimento tecnológico. Definem as 3 fases do processo de desenvolvimento, segundo Schumpeter (1942) - invenção, inovação e difusão - e fazem diversas referências sobre duas grandes correntes de pensamento acerca dos determinantes da actividade de inovação, designadas por *inovação induzida* e *inovação evolutiva*. Para mais detalhes, ver Jaffe *et al.* (2002), páginas 43 a 46.

longo da presente secção fica patente a importância atribuída pela literatura económica aos incentivos tecnológicos induzidos por diferentes instrumentos de política ambiental.

Os modelos analíticos de Magat (1978) e Magat (1979) analisam o impacto da regulação ambiental sobre o desenvolvimento tecnológico – comparando apenas, no primeiro caso, a aplicação de standards com a introdução de impostos ambientais, enquanto no segundo alargam a análise a cinco tipos de regulamentação ambiental, incluindo já os direitos de emissão transaccionáveis. Magat (1979) conclui que, com base no critério dos incentivos à inovação tecnológica, nenhum dos instrumentos de política analisados se poderia considerar preferível em qualquer situação. Depois destes, muitos se sucederam e ainda assim não é possível actualmente afirmar-se existir uma conclusão unânime para a ordenação dos instrumentos de política de acordo com a sua capacidade de estimular o desenvolvimento tecnológico.

Se diferentes resultados são justificados por alguns autores com a utilização de diferentes modelos, outros há que, com modelos semelhantes também chegam a conclusões diversas. Malueg (1989), por exemplo, chega a resultados diferentes dos de Downing e White (1986), apesar de ter usado uma formalização semelhante: o mercado de direitos de emissão não traz sempre mais incentivos à inovação tecnológica do que os restantes instrumentos ambientais (como os standards ambientais), dependendo explicitamente da posição da empresa no mercado de direitos de emissão, quer antes quer depois da adopção da nova tecnologia. Pelo contrário, Downing e White (1986) da comparação que fazem entre quatro instrumentos de regulação ambiental concluem que os instrumentos de regulação directa, como os standards ambientais, são os que proporcionam sempre menores incentivos à inovação.

Também Fischer *et al.* (2003) concluem não existir uma forma única de ordenar os instrumentos de política ambiental no que respeita aos incentivos que proporcionam à inovação tecnológica. Neste caso, apontam os custos da inovação, a facilidade com que as inovações podem ser imitadas, a inclinação e o nível da função dos benefícios marginais ambientais e ainda do número de empresas poluentes como factores determinantes para o bem-estar relativo proporcionado pelos diferentes instrumentos ambientais analisados (impostos ambientais e direitos de emissão transaccionáveis, quer leiloados quer distribuídos gratuitamente). Os resultados a que chegam Fischer *et al.* (2003) levam-nos a rejeitar a ideia de preferência generalizada dos títulos de emissão leiloados face aos outros instrumentos. Estes autores concluem que só quando as taxas

de imitação são elevadas, os direitos de emissão leiloados podem induzir a ganhos de bem-estar maiores que os restantes instrumentos.

Por seu lado, Montero (2002) havia já refutado a noção generalizada de que os instrumentos baseados no mercado fornecem maiores incentivos à I&D do que os instrumentos de comando-e-controlo. Na sua análise, este autor introduz não apenas o mercado de direitos de emissão mas também o mercado do produto e inclui a possibilidade de estes se caracterizarem ambos por um ambiente de concorrência imperfeita. Assim, com um modelo mais aproximado da realidade, Montero (2002) conclui que a ordenação dos diversos instrumentos de política ambiental, no que refere a incentivos à I&D, depende de dois efeitos - directos e estratégicos. Com isso explica que, em muitas situações, e contrariamente ao previsto pela teoria económica, os standards ambientais forneçam maiores incentivos à inovação do que os títulos de emissão transaccionáveis. Ou seja, o efeito estratégico dos standards é sempre positivo, dado que o investimento de uma empresa em I&D diminui os seus próprios custos mas não os dos seus rivais, enquanto com títulos de emissão, esse efeito pode ser negativo. Isto porque o investimento em I&D de uma empresa pode ter efeitos externos sobre o mercado de títulos, reduzindo assim os custos dos seus rivais e ajudando-os a aumentar o seu output. Ou seja, se o preço de equilíbrio dos títulos descer com a I&D realizada por uma empresa, este efeito estratégico é positivo para o comprador dos títulos e negativo para o seu vendedor (conclusão semelhante à de Malueg (1989)).

Para casos com mercados do produto e dos títulos de emissão perfeitamente competitivos, Montero (2002) conclui que os incentivos à I&D por parte dos títulos de emissão transaccionáveis são idênticos quer estes sejam distribuídos gratuitamente ou leiloados. Por outro lado, se as empresas forem simétricas e os standards forem fixados uniformemente, a I&D total que se obtém quando se fixam standards de emissão é igual à situação que se obteria com a utilização de títulos de emissão. Mas, no caso em que os standards de emissão não são distribuídos uniformemente pelas empresas, a I&D total pode ser maior ou menor do que a que existiria com títulos de emissão, dependendo dos custos de abatimento e da função de produção de I&D.

Parry (1998) e Requate (1998), que também introduzem explicitamente o mercado do *output* no seu modelo, concluem igualmente que os incentivos à I&D dos impostos sobre as emissões e dos títulos de emissão não diferem grandemente,^{108,109}

¹⁰⁸ Para Parry (1998) os ganhos de bem-estar induzidos pela introdução de um imposto ambiental só são significativamente maiores

mas são ambos superiores aos fornecidos pelos standards.

Num estudo anterior, Milliman e Prince (1989) apontavam os títulos de emissão leiloados e os impostos sobre emissões, como os instrumentos capazes de proporcionar maiores incentivos à adopção de novas tecnologias, logo seguidos pelos subsídios, e colocavam em último lugar os títulos distribuídos gratuitamente e os controlos directos.¹¹⁰ Ainda assim, os títulos leiloados geram mais rapidamente, segundo estes autores, ganhos significativos para a empresa inovadora, através da difusão, independentes de quaisquer ajustamentos por parte do regulador – ao contrário do que acontece com os impostos.

Jung *et al.* (1996) estendem a análise de Miliman e Prince (1989) para uma indústria heterogénea e chegam à mesma ordenação dos instrumentos no que respeita aos incentivos à difusão tecnológica, colocando os direitos de emissão leiloados no topo da lista. Ou seja, para estes autores, a forma como é feita a distribuição inicial dos direitos de emissão não é indiferente, no que respeita aos incentivos para a inovação e difusão tecnológicas. Ambos concluem que o leilão dos títulos de emissão traz maiores incentivos à difusão das inovações tecnológicas do que a sua distribuição gratuita. Isto porque, considerando que a difusão tecnológica diminui o preço de equilíbrio do mercado dos títulos de emissão, existem maiores incentivos à adopção das tecnologias quando as empresas são compradoras – que é o caso quando têm de adquirir os direitos de emissão num leilão inicial.

No entanto, Keohane (1999) salienta que, quando a difusão tecnológica diminui o preço de mercado dos direitos de emissão, todas as empresas beneficiam desta descida de preço, quer adoptem a nova tecnologia ou não. Ou seja, se as empresas forem price-takers no mercado de direitos de emissão, os títulos leiloados não fornecem mais incentivos à adopção de novas tecnologias do que os títulos distribuídos gratuitamente.¹¹¹

Requate e Unold (2003) também questionam os rankings que citamos

do que os induzidos pela criação de um mercado para transacção de direitos de emissão no caso de se tratar de inovações muito grandes.

¹⁰⁹ Requate (1998) comparava os títulos de emissão leiloados com os impostos sobre emissões e concluía que a sua posição relativa, face aos incentivos à adopção de novas tecnologias, dependia dos valores empíricos dos parâmetros relevantes, isto é, da função dos danos sociais ambientais e do objectivo ambiental a atingir. Esta era também a conclusão de Biglaiser *et al* (1995), quando não são constantes os danos ambientais marginais. No caso de respeitada a hipótese de danos marginais constantes, Biglaiser *et al* (1995) concluem que os impostos ambientais dão origem a um resultado de primeiro-óptimo mas os direitos de emissão não.

¹¹⁰ Marin (1991) critica e questiona os resultados deste estudo devido à hipótese base colocada pelos seus autores: a presença de empresas idênticas, com custos de abatimento semelhantes, que, destaca Marin (1991), contraria mesmo a verdadeira lógica da transacção dos títulos de emissão.

¹¹¹ Keohane (1999) defende ainda que, qualquer que seja a forma de distribuição inicial dos direitos de emissão, estes fornecem menores incentivos à difusão de novas tecnologias do que os impostos sobre emissões (considerando-os, no entanto, mais eficazes do que os instrumentos de *Comando-e-Controllo*).

anteriormente devido à metodologia utilizada para os encontrar. Geralmente, é colocada a hipótese de adopção da nova tecnologia por parte de todas as empresas da indústria, calculados os custos antes e depois dessa adopção, e depois comparadas as diferenças para cada um dos instrumentos de política em análise. No entanto, Requate e Unold (2003) salientam que, desta forma, a poupança agregada dos custos não é capaz de identificar correctamente os incentivos individuais das empresas para adoptarem uma nova tecnologia, em equilíbrio. Ou seja, no que respeita especificamente aos MDE, por exemplo, é ignorada a possibilidade de uma ou mais empresas adoptarem comportamento de *free-riders*, aproveitando-se da descida de preços dos direitos de emissão em consequência do investimento das restantes empresas. Requate e Unold (2003) argumentam, e mostram no seu trabalho, que as questões relacionadas com as decisões de investimento das empresas em equilíbrio são fundamentais para uma correcta ordenação dos instrumentos.

Num cenário de não antecipação de novas tecnologias por parte do regulador (semelhante ao que era previsto nos estudos que citámos), Requate e Unold (2003) concluem que os impostos ambientais geram maiores incentivos ao investimento que os direitos de emissão e os standards ambientais. Isto porque, enquanto nos mercados para direitos de emissão existem incentivos para que algumas empresas invistam e outras adoptem comportamento de *free-riders*, com os impostos sobre emissões ou investem todas as empresas ou não investe nenhuma. O preço de equilíbrio dos direitos de emissão depende do número de empresas que adopte a nova tecnologia, mas estas não consideram este efeito quando ponderam as suas decisões de investimento.

De acordo com estes autores, se o objectivo ambiental a atingir for fixado antes de ser conhecida a nova tecnologia, irá então verificar-se total adopção da mesma se o instrumento escolhido for o imposto sobre as emissões, mas apenas adopção parcial se tiver sido criado um MDE. Por outro lado, tal como Keohane (1999), e contrariando conclusões de estudos anteriores, defendem que a forma de distribuição inicial dos direitos de emissão não tem influência nos resultados. A justificação para esta posição de Requate e Unold (2003) consiste no facto de considerarem o preço inicial dos direitos de emissão irrelevante para os incentivos à adopção, em equilíbrio, de novas tecnologias. Para além disso, a posição relativa dos direitos de emissão face aos standards ambientais, no que respeita aos incentivos que proporcionam à inovação não é inequívoca: depende do objectivo ambiental a atingir. Requate e Unold (2003)

consideram que os seus resultados, que diferem da maioria da literatura existente sobre o assunto, se devem à diferença metodológica que introduziram: considerar o número de empresas que adoptam a nova tecnologia como uma variável endógena e não exógena.

Zhao (2003) considera as consequências de longo prazo da escolha do instrumento de regulamentação ambiental a adoptar, no que respeita aos incentivos ao investimento – comparando a utilização de um imposto sobre as emissões com a criação de um MDE. Zhao (2003) vai contrariar os resultados que apontámos, argumentando que, efectivamente, os incentivos ao investimento em novas tecnologias de abatimento por parte de empresas inseridas em MDE são maiores do que se essas empresas enfrentassem um imposto sobre as emissões poluentes.

Zhao (2003) salienta que os preços dos títulos de emissão são directamente determinados pelos custos de abatimento das empresas, sendo a eventual aleatoriedade dos preços causada sobretudo por choques nesses custos de abatimento. Ora, como destaca o autor, estes choques afectam as decisões de investimento das empresas, seja qual for a política ambiental adoptada. Isto significa que o MDE não cria incertezas por si só mas apenas transmite as incertezas dos custos para incertezas nos preços dos títulos de emissão. Por isso, Zhao (2003) avalia até que ponto essas incertezas afectam mais ou menos os incentivos das empresas para investirem, quando são reguladas através de um MDE ou através de um imposto ambiental. Para o efeito, representa um MDE, através de um modelo de equilíbrio geral, com empresas price-takers, custos de abatimento estocásticos e expectativas racionais sobre os preços dos títulos de emissão. Em cada período, o regulador distribui gratuitamente um número fixo e constante de títulos e os custos de abatimento das empresas estão sujeitos a choques, quer específicos, quer comuns à indústria. As empresas podem escolher investir em tecnologia que lhes reduz os custos de abatimento, sendo essa uma opção irreversível. O comportamento agregado das empresas acerca do investimento, juntamente com os choques sobre os custos determina a tendência do preço dos títulos ao longo do tempo. Ou seja, os choques sobre os custos alteram instantaneamente o preço dos títulos, através da sua transacção, enquanto o investimento das empresas em tecnologias de abatimento, alteram o preço dos títulos ao longo do tempo.

Da comparação que efectua aos incentivos ao investimento, em contexto de incerteza, por parte de impostos sobre emissões ou dos títulos de emissão transaccionáveis, Zhao (2003) conclui que apesar de diminuírem com as incertezas com

os dois instrumentos, é mais acentuada a descida com os impostos sobre as emissões. Contrariamente ao que apontavam os estudos que referimos, Zhao (2003) defende que os MDE são o instrumento que mais pode ajudar a manter os incentivos ao investimento por parte das empresas, em contexto de incerteza.

Também num contexto de incerteza e baseando-se no modelo de Weitzman (1974) que referimos anteriormente, Krysiak (2006) avalia as implicações da escolha de diferentes instrumentos de política ambiental – standards, títulos de emissão transaccionáveis¹¹² e impostos - sobre a tecnologia utilizada por parte das empresas reguladas. Neste caso, analisa não só a decisão das empresas sobre o montante de investimento a efectuar mas também sobre o tipo de tecnologia a utilizar.

Krysiak (2006) demonstra que a regulação ambiental influencia a escolha da tecnologia por parte das empresas reguladas porque as expõe a diferentes riscos. Em consequência, conclui que as tecnologias induzidas por instrumentos distintos são sempre diferentes, independentemente do desenho do instrumento. Ou seja, Krysiak (2006) considera ser impossível conseguir a utilização da tecnologia induzida por determinado instrumento de política através da utilização de outro. Portanto, a escolha da regulação ambiental a adoptar acaba por ser uma escolha entre conjuntos distintos de tecnologias, que não se intersectam.

A introdução deste efeito associado à escolha tecnológica introduz um enviesamento a favor dos instrumentos do tipo quantidade, relativamente ao critério de Weitzman. Krysiak (2006), tal como Zhao (2003), defende a superioridade dos MDE face aos impostos sobre as emissões poluentes. Krysiak (2006) justifica este resultado referindo que se o regulador optar por instrumentos do tipo preço, terá necessidade de estabelecer o preço que implemente a quantidade (de poluição ou abatimento) socialmente óptima, mas que também corrija as escolhas tecnológicas das empresas. Ora, normalmente não é possível atingir dois objectivos de política utilizando apenas um instrumento, o que implica perdas de bem-estar. Já com os instrumentos quantidade, como o MDE, as empresas escolhem, por si só, a tecnologia socialmente óptima, pelo que o regulador apenas tem de se preocupar com a determinação no nível óptimo de abatimento.

Laffont e Tirole (1994, 1996a e 1996b) analisam a questão dos incentivos ao

¹¹² Para a análise de Krysiak (2006) é indiferente tratar-se de um MDE com títulos inicialmente leiloados ou distribuídos gratuitamente.

desenvolvimento tecnológico apenas do mercado de direitos de emissão – não tendo por objectivo compará-los com outros instrumentos de política, como os estudos que referimos anteriormente.¹¹³ Em Laffont e Tirole (1994 e 1996b) consideram o caso das empresas que inovam e cujo produto da inovação se torna num bem público, ao poder vir a ser utilizada pelas outras empresas. Ou seja, abordam a questão da difusão generalizada dos resultados da inovação levada a cabo por determinada empresa, originando uma perda no rendimento da empresa inovadora e, conseqüentemente, reduzindo o incentivo para inovar.

Laffont e Tirole (1996b) salientam que a criação de um MDE é equivalente à oferta de uma tecnologia alternativa ou concorrente à criada pela empresa inovadora. Tal facto exerce uma pressão para a descida do preço da licença de utilização da tecnologia inovadora o que, segundo estes autores, implica que os incentivos à inovação sejam inferiores ao óptimo. Por esse motivo, Laffont e Tirole (1996b) sugerem algumas alterações à forma original dos MDE, nomeadamente a emissão de opções por parte do regulador, sobre os direitos de emissão poluentes. A introdução das opções faria com que fossem criados os incentivos correctos para o uso máximo da inovação, removendo-se assim os direitos de emissão que, de outra forma, seriam utilizados.

Por seu lado, em Laffont e Tirole (1996a) tratam de uma questão diferente: os incentivos ao investimento em técnicas de abatimento da poluição já existentes. Neste caso, o problema que encontram é de sinal oposto, ou seja, concluem que este instrumento de política ambiental dá origem a investimento excessivo. Justificam este resultado pelo facto das empresas não internalizarem a perda de receita que geram ao não entrarem no mercado. Laffont e Tirole (1996a) apontam agora como solução a introdução de um mercado de futuros. Ou seja, consideram que o compromisso com títulos de emissão para um período posterior a preços mais baixos desencoraja o investimento. Laffont e Tirole (1996a) defendem que uma solução ainda melhor consistiria na distribuição gratuita no período inicial de opções para poluir, a um determinado preço de exercício.

Por seu lado, o modelo teórico de Phaneuf e Requate (2002) analisa os

¹¹³ Vries (2002), Capozza (2003) e Nicklisch e Zucchini (2005) são também exemplo de estudos cujo objectivo é analisar a eficiência dinâmica apenas dos mercados de direitos de emissão, ou os incentivos que estes proporcionam à inovação tecnológica. No entanto, usam uma metodologia muito distinta daquela que encontramos nos estudos referidos até ao momento. Ou por contemplarem a hipótese de concorrência imperfeita – modelo de Cournot – ou mesmo por se basearem na Teoria do Jogos para efectuarem a sua análise - como é o caso de Capozza (2003). Os seus resultados quanto à interacção estratégica dos participantes no mercado e às suas estratégias de adaptação individuais, no que respeita a decisões de investimento em novas tecnologias, não são comparáveis com os restantes que apresentamos.

incentivos ao investimento em novas tecnologias de abatimento em MDE onde o *banking* de títulos é permitido. Num modelo com certeza acerca dos custos de abatimento, Phaneuf e Requate (2002) demonstram que os incentivos ao investimento em novas tecnologias de abatimento diminuem quando o *banking* é permitido, comparativamente com a situação em que o *banking* não é permitido. O montante de *banking* só é positivo, neste caso, se os custos marginais de abatimento do segundo período forem superiores aos do primeiro (num mercado com apenas 2 períodos), permitindo assim a sua igualização. Ora, esta possibilidade diminui, porém, os incentivos ao investimento, que poderia também ser usado para diminuir os custos do segundo período. Com *banking*, existem duas opções para diminuir os custos, enquanto sem *banking* as empresas usariam apenas o investimento para o efeito.

Num contexto de incerteza, a possibilidade de *banking* dos títulos de emissão traz às empresas a possibilidade de adiarem o investimento até estarem na posse de informação adicional acerca dos seus verdadeiros custos de abatimento. Se esta possibilidade não existisse, todo o investimento teria de ocorrer inicialmente. No entanto, quando comparam os níveis iniciais de investimento por parte das empresas, com e sem *banking*, Phaneuf e Requate (2002) consideram que os resultados obtidos são ambíguos. Explicam esta situação, identificando um efeito de complementaridade entre o investimento inicial e o *banking* no primeiro período, para além do efeito de substituição. Ou seja, Phaneuf e Requate (2002) verificam que mais investimento no período inicial faz com que a decisão de *banking* seja menos custosa, i.e., permite poupar mais títulos sem ter de suportar custos muito elevados nesse período.

Este é, portanto, um estudo com resultados interessantes, que deveriam ser tidos em consideração em investigações futuras: a existência de uma relação positiva entre o investimento inicial e o *banking* mas também um efeito de *crowding-out* do *banking* sobre o investimento.

Um outro contributo para o estudo do impacto dos MDE sobre as decisões de investimento em novas tecnologias por parte das empresas reguladas foi dado por Gangadharan *et al.* (2005). Utilizando a metodologia experimental para representar este instrumento de política, incluem de forma explícita este aspecto, habitualmente ignorado nas experiências laboratoriais realizadas com o intuito de avaliar a eficiência dos MDE. O desenho experimental de Gangadharan *et al.* (2005) representa várias características institucionais que os MDE apresentam na realidade, tal como acontece

com outros estudos experimentais sobre MDE. Esta é, porém, uma grande diferença face aos modelos teóricos desenvolvidos para avaliar os incentivos à inovação/difusão tecnológica que temos vindo a referir, inerente à própria metodologia utilizada. Os resultados obtidos por Gangadharan *et al.* (2005) têm, por isso, maior relevância para a formulação de recomendações de política.

Gangadharan *et al.* (2005) representam um MDE onde: i) é possível o *banking* de títulos; ii) existe incerteza quanto à sua oferta por parte do regulador (que pode tornar os limites ambientais cada vez mais restritivos, reduzindo o número de títulos de emissão colocados no mercado); iii) é possível investir numa nova tecnologia de abatimento. Portanto, as decisões de investimento por parte dos participantes em MDE que Gangadharan *et al.* (2005) avaliam são bastante mais complexas que aquelas que referimos anteriormente. A relação entre a transacção dos direitos de emissão, as decisões de investimento e de *banking*, num contexto de incerteza na oferta justifica essa complexidade. Deixa de estar em causa apenas a decisão de investir ou não: o momento de efectuar o investimento (caso seja essa a opção) passa a ser também uma variável: investir cedo, por forma a acumular títulos para uso em períodos em que a oferta diminua (ou optar pela sua venda no mercado) ou, pelo contrário, adiar investimentos irreversíveis usando parte dos títulos de emissão que lhe foram atribuídos e poupando outros.

De entre os diversos resultados encontrados por Gangadharan *et al.* (2005), merece-nos destaque o que indica um investimento excessivo em novas tecnologias de abatimento. Como este investimento elimina a possibilidade das empresas efectuarem investimentos de outro tipo, Gangadharan *et al.* (2005) vêem este resultado com preocupação. No entanto, os próprios autores da experiência salientam que o nível de informação disponível sobre as decisões de investimento de cada participante pode ter exercido uma grande influência nos resultados: os participantes sentem-se mais impelidos a investir por verem os outros a investir também.¹¹⁴ O nível de informação é, portanto, uma variável de tratamento importante em experiências futuras. Ou seja, avaliar se estes resultados se confirmam quando a informação sobre o investimento é privada, e não pública como em Gangadharan *et al.* (2005).¹¹⁵

¹¹⁴ Se, mesmo num contexto de certeza, as decisões de investimento em tecnologias de abatimento por parte de uns indivíduos pode servir de guia para a tomada de decisão dos outros, com incerteza o problema agrava-se. Isto porque os participantes consideram as decisões de investimento por parte dos outros como um sinal de que a regulação ambiental pode vir a tornar-se ainda mais apertada, implicando uma diminuição futura do número de títulos disponível.

¹¹⁵ Um estudo experimental, distinto e anterior ao de Gangadharan *et al.* (2005), foi realizado por Kusakawa e Saijo (2002). Ao

Tendo em conta os problemas ambientais actuais, de que é exemplo a ameaça da mudança climática global, o desenho adequado de políticas ambientais de longo prazo assume enorme importância. Daí a urgência de aumentar o conhecimento dos efeitos das políticas ambientais sobre a inovação e difusão tecnológicas. Golombek e Hoel (2004 e 2006) analisam especificamente a questão dos acordos climáticos internacionais – como o Protocolo de Quioto –, centrando-se na questão das decisões de investimento em I&D. Estes autores argumentam que os acordos em vigor não podem dar origem ao resultado de primeiro-óptimo porque apenas incluem a externalidade negativa – a poluição –, esquecendo a externalidade positiva – investimento em I&D e respectivo progresso tecnológico.

Dowlatabadi (1998) e Goulder e Schneider (1999), por seu lado, incluem representações simples de alterações tecnológicas induzidas e endógenas, nos seus modelos de análise a políticas de combate às alterações climáticas, com o objectivo de analisar a sensibilidade das estimativas dos custos de abatimento de CO₂ à forma de modelização da inovação tecnológica. Goulder e Schneider (1999) concluem, como seria expectável, que o custo de atingir um determinado nível de abatimento é menor na presença de inovação tecnológica induzida e, portanto, a sua modelização explícita aumenta a atractividade das políticas de abatimento do CO₂. Ou seja, a inclusão da inovação tecnológica como uma variável endógena do modelo reforça os argumentos a favor das políticas de abatimento do CO₂, de que é exemplo a criação de mercados para a transacção de direitos de emissão. Kempfert (2004) chega a uma conclusão semelhante, utilizando para o efeito um modelo de avaliação integrado multi-regional, multi-sectorial onde inclui o progresso tecnológico induzido. Sem incluir as alterações tecnológicas endógenas, esta autora salienta que os objectivos ambientais têm de ser atingidos primeiramente através de diminuições da produção, o que provoca uma diminuição do bem-estar global. Com a sua inclusão, Kempfert (2004) considera que a redução das emissões se consegue sem tantos efeitos adversos sobre a produção, além

contrário dos primeiros, estes autores introduzem alguma incerteza no investimento, ou seja, para além da sua natureza irreversível, contemplam um desfasamento entre a decisão de investir em novas tecnologias de abatimento e o momento em que esses investimentos surtem efeito. Por outro lado, estes autores analisam também várias outras questões que Gangadharan *et al.* (2005) não contemplavam: i) diferentes regras de responsabilidade, do vendedor ou do comprador, utilizadas para garantir o cumprimento dos limites ambientais – que referimos atrás -; ii) diferentes instituições de mercado -transacções bilaterais ou leilão; iii) e diferente nível de informação disponível sobre os contratos efectuados - informação total ou privada). O desenho experimental de Kusakawa e Saijo (2002) considera algumas das particularidades associadas ao mercado internacional de direitos de emissão previsto pelo Protocolo de Quioto pois o seu objectivo era precisamente avaliar as consequências de algumas das regras estipuladas, em termos de eficiência económica e ambiental – incluindo de forma explícita também a decisão de investimento. Por isso, com base nos resultados experimentais obtidos, Kusakawa e Saijo (2002) tiram lições acerca das decisões de investimento em novas tecnologias, face a cada uma das variáveis de controlo referidas. Daí não podermos comparar estes com os resultados de Gangadharan *et al.* (2005).

de se obterem efeitos de melhoria dos termos de troca através dos efeitos de *spillover* tecnológicos.

Os vários estudos que referimos ao longo desta secção não são conclusivos quanto à ordenação de diferentes instrumentos de política ambiental, no que respeita aos incentivos ao investimento, nem no que respeita ao caso específico dos mercados para transacção de direitos de emissão. Se uns sustentam a superioridade dos direitos de emissão leiloados e dos impostos sobre emissões, outros há que não encontram diferenças entre direitos de emissão inicialmente leiloados ou distribuídos gratuitamente e outros ainda que atribuem aos standards ambientais incentivos ao investimento maiores do que os dos MDE. A utilização de diferentes modelos, metodologias de investigação ou hipóteses subjacentes à representação dos MDE pode justificar a diversidade e falta de consenso dos resultados obtidos,¹¹⁶ apenas ultrapassável com investigação adicional.

3.7 – CONCLUSÃO

Verificámos na secção 3.2 que diversos aspectos tratados como detalhes pela teoria neoclássica, dada a dificuldade da sua inclusão na imprescindível modelização analítica dos estudos económicos, não devem continuar a ser tratados como tal. Caso contrário, como salienta Stavins (1997), a ciência económica corre o risco de se alhear daquela que é a realidade que pretende explicar e influenciar com os ditos modelos. No sentido de contribuírem para a correcta determinação dos objectivos ambientais e dos instrumentos de política mais eficazes, os economistas não podem ficar alheios às questões políticas que se tornam em barreiras para a resolução dos problemas ambientais. Se a natureza analítica dos instrumentos da Economia impede a consideração destas dimensões políticas e institucionais, Stavins (1997) refere que então tem de partir-se, necessariamente, para uma abordagem interdisciplinar do problema.

¹¹⁶ Os estudos que referimos limitaram-se à literatura económica sobre o assunto. Porém, na literatura financeira é também possível encontrar estudos sobre as decisões de investimento em novas tecnologias, por forma a cumprir determinada regulamentação ambiental. A sua inclusão tornaria ainda mais vasta a disparidade de resultados e recomendações.

A título de exemplo, podemos referir o trabalho de Insley (2003) baseado no conceito de opções reais. Este autor defende que a natureza dos investimentos em novas tecnologias de abatimento – de longo prazo e irreversíveis – e a incerteza associada ao preço futuro dos títulos de emissão tornam este problema uma aplicação natural para a abordagem das opções reais. Ou seja, Insley (2003) considera que esta metodologia permite avaliar a oportunidade de investimento em equipamento de abatimento da poluição e estimar o preço crítico dos títulos de emissão, a partir do qual a empresa deve optar pela instalação do equipamento. Isto significa que a diversidade de resultados e recomendações é ainda maior do que aquela que ficou patente neste ponto.

Entre outras consequências, as regras fixadas pelo regulador influenciam os eventuais custos de transacção que as empresas envolvidas têm de suportar. Exigir, por exemplo, que cada transacção seja sujeita a aprovação pela entidade reguladora, dificulta a sua realização, traduzindo-se esta dificuldade em custos de transacção acrescidos. Essa é uma das conclusões a que chegam Foster e Hahn (1995), da análise efectuada ao mercado para a transacção de direitos de emissão de NO_x e SO_x, na zona de Los Angeles (RECLAIM). Foster e Hahn (1995) verificam que a aprovação prévia obrigatória das transacções, bem como as taxas administrativas suportadas para o efeito e todos os custos inerentes à preparação da documentação necessária aos pedidos de autorização, se traduzem em atrasos e custos de transacção muito elevados e, logo, menor número de transacções efectuadas. Ou seja, Foster e Hahn (1995) concluem que os detalhes da regulação desse mercado impõem custos de transacção muito elevados, exercendo uma influência determinante sobre o padrão de trocas que acabou por se registar. Ainda que relativamente a um caso distinto, Woerdman (2001) chega a conclusões semelhantes. As regras de mercado estabelecidas para o funcionamento dos mecanismos flexíveis previstos no protocolo de Quioto – JI, CDM e mercado internacional de direitos de emissão – são capitais na determinação dos custos de transacção suportados pelos seus intervenientes. Apesar de efectuar uma análise crítica aos eventuais custos de transacção de cada um destes mecanismos de Quioto, Woerdman (2001) conclui que, mais importante do que perceber qual deles tem maiores ou menores custos, seria encontrar a forma de os reduzir. Só assim Woerdman (2001) considera que se poderia aumentar a eficiência da política climática internacional.

Daí que, uma das limitações do presente capítulo tenha sido a omissão desta necessidade de incluir no modelo teórico original para o mercado de direitos de emissão os custos de transacção. Um trabalho de referência neste âmbito é o de Stavins (1995), que inclui explicitamente na função custo de abatimento das empresas os custos de transacção que as mesmas têm de suportar. Com esta alteração ao modelo original, Stavins (1995) chega à conclusão que o volume de transacções das empresas diminui, tornando-se assim inferior ao óptimo. Ou seja, conclui que os custos de transacção diminuem o bem-estar da sociedade, por um lado porque absorvem recursos que deixam de poder ser utilizados para outros fins e, por outro, porque eliminam trocas de títulos de emissão que, se ocorressem, seriam benéficas para ambas as partes. Além disso, Stavins (1995) analisa até que ponto, na presença de custos de transacção, os custos

totais de controlo da poluição são independentes, ou não, da distribuição inicial dos direitos de emissão. Conclui, a este respeito, que tal depende do comportamento dos custos de transacção: com custos marginais de transacção constantes os resultados finais em termos de custos e eficiência são independentes da afectação inicial dos títulos de emissão, o mesmo já não acontecendo quando esses custos são crescentes ou decrescentes. Vemos então, uma vez mais que, ao contrário do previsto, a afectação inicial de títulos tem implicações não só de equidade mas também de eficiência. Stavins (1995) vê nestes resultados argumentos adicionais a favor dos leilões, como forma de distribuição inicial dos direitos de emissão, por evitar a realização de transacções no mercado posterior ao leilão.

Os resultados experimentais obtidos por Cason e Gangadharan (2003) corroboram as conclusões e previsões teóricas adiantadas por Stavins (1995). Estes autores salientam ainda que as implicações políticas dos resultados encontrados dependem sobretudo do tipo de custos de transacção em causa: custos reais ou simples transferências para outros agentes da economia. Ou seja, tratando-se de custos reais (relacionados com a publicação da informação, a aquisição da mesma, etc.) então estes representam uma perda líquida de bem-estar para a economia, que deveria ser incluída nos custos totais do programa de transacção de direitos de emissão. Se, pelo contrário, disserem respeito apenas a transferências para outros agentes (taxas pagas aos correctores, por exemplo), então esses custos não são perdas líquidas de bem-estar e por isso a afectação inicial dos títulos de emissão deixa de assumir um papel tão importante.

Por sua vez, Montero (1997) desenvolve o estudo realizado por Stavins (1995), introduzindo algumas alterações. Nomeadamente, permite curvas dos custos marginais de controlo descontínuas e incorpora a questão da incerteza sentida pelas empresas quanto à aprovação da transacção de títulos de emissão pela entidade reguladora. As conclusões a que este autor chega são semelhantes às de Stavins (1995), quer quanto ao impacto sobre a eficiência quer quanto à importância da forma de distribuição inicial dos títulos. No entanto, Montero (1997) demonstra que, mesmo para elevados custos de transacção e incerteza quanto à aprovação das transacções, um mercado para transacção de direitos de emissão tem custos totais esperados de controlo da poluição substancialmente inferiores aos de um sistema de comando-e-controlo. Portanto, ainda que os ganhos de eficiência sejam menores que os originalmente previstos, continua a justificar-se a preferência por este instrumento de política.

De qualquer forma, Montero (1997) recomenda a maior simplificação possível dos procedimentos administrativos e o estabelecimento de directivas legais e de regulação bastante firmes que eliminem a necessidade de aprovação prévia para a transacção dos títulos no mercado. Ou seja, este autor, tal como tinha referido anteriormente Stavins (1995) e confirmado mais tarde Cason e Gangadharan (2003), realça a atenção que os reguladores devem prestar quanto à forma como as regras do mercado que estipulam afectam os custos de transacção que as empresas têm de suportar. Posteriormente, devem ainda tomar em consideração o comportamento desses custos e decidir a forma de afectação inicial dos direitos de emissão em conformidade.

Ao longo do capítulo, mais concretamente na secção 3.3, debruçamo-nos sobre a questão do exercício do poder de mercado, por parte das empresas inseridas num mercado para transacção de direitos de emissão. Nesse ponto, concluímos que é o exercício do poder de mercado estratégico que deve preocupar o regulador, por acarretar maiores perdas de eficiência para este instrumento de política ambiental. Por esse motivo, salientamos a importância da avaliação do tipo de relação existente entre as empresas reguladas – verificando, nomeadamente a existência de integração vertical.

Por outro lado, independentemente de quaisquer características da instituição de mercado adoptada pelo regulador, a incerteza dos agentes regulados, relativamente ao efectivo nível de abatimento e respectiva procura de títulos de emissão, é um facto. Aquando da criação deste mercado, porém, pode prever-se o problema e contemplar regras que permitam amortecer e condicionar as consequências da incerteza (nomeadamente, o incumprimento dos limites estabelecidos e a grande volatilidade do preço dos títulos de emissão). Na secção 3.4 apresentamos algumas formas possíveis para o fazer mas a transacção intertemporal dos direitos de emissão é a opção que mais se destaca. Sobretudo o *banking* de títulos passou a ser uma característica habitual do desenho de qualquer mercado para transacção de direitos de emissão.

O problema do cumprimento imperfeito relaciona-se, em grande parte, com o da incerteza e com a atitude das empresas reguladas face ao risco. Na secção 3.5 procuramos analisar o comportamento das empresas relativamente a este aspecto e encontrar recomendações quanto à melhor política de controlo, monitorização e fiscalização para a entidade reguladora. Aí ficou uma vez mais patente a influência das regras da instituição do mercado para transacção dos direitos de emissão sobre o comportamento das empresas e a eficiência do mercado.

A última secção deste capítulo destaca a questão dos incentivos ao desenvolvimento tecnológico proporcionados pelo uso de mercados para transacção de direitos de emissão. Questiona-se a vantagem absoluta tradicionalmente atribuída a este instrumento de política ambiental face aos restantes, sobretudo de comando-e-controlo, e verifica-se a inexistência de consenso entre os diversos estudos referidos para a sua ordenação. Parece, porém, evidente que direitos de emissão distribuídos gratuitamente ou leiloados não são equivalentes no que respeita a incentivos ao desenvolvimento tecnológico. Portanto, a forma de distribuição inicial destes títulos surge uma vez mais como uma característica da instituição de mercado determinante, desta vez para incentivar o investimento das empresas em novas tecnologias de abatimento.

Em suma, limitamos a análise dos principais aspectos a considerar aquando da criação de um mercado para transacção de direitos de emissão a cinco pontos: instituição de mercado; poder de mercado; incerteza; cumprimento imperfeito; e incentivos ao desenvolvimento tecnológico. Porém, o campo de pesquisa abrangido pelos cinco aspectos examinados é ainda extremamente vasto, pelo que se torna imprescindível restringir ainda mais o objecto de análise nos capítulos seguintes.

Ainda que seja possível identificar claramente linhas de investigação distintas para cada um dos aspectos do mercado para transacção de direitos de emissão que abordamos nas diferentes secções deste capítulo, convém destacar que estas não são estanques. Dificuldades analíticas associadas a modelos económicos demasiado complexos estão habitualmente na base das simplificações impostas. No entanto, e como ficou patente nalguns dos estudos que referimos, os diferentes aspectos e imperfeições deste instrumento de política acabam por estar extremamente inter-ligados, sobretudo no que respeita à importância das regras de mercado. Nitidamente, o estudo do comportamento de mercados para transacção de direitos de emissão constitui um problema de segundo-ótimo, pois na presença de mais do que uma imperfeição há um *trade-off* que é necessário efectuar para corrigir as mesmas. Por exemplo, a afectação inicial de direitos de emissão é um aspecto que, como vimos, é passível de influenciar o resultado final deste mercado, na presença de imperfeições do mesmo. A questão coloca-se quando, para solucionar uma falha de mercado, é recomendada determinada afectação inicial de títulos, totalmente oposta à sugerida para outras imperfeições. Baldursson e von der Fehr (2004) exemplificam esta situação, referindo que, na

presença de incerteza e aversão ao risco, a afectação inicial óptima de títulos é a que dá origem a transacções no mercado, contrariamente ao que recomendam Stavins (1995) e Hahn (1984). Na presença de custos de transacção, variáveis com o volume de transacções realizadas, Stavins (1995) demonstra que a minimização de custos para atingir determinado objectivo ambiental se consegue com uma afectação inicial de títulos que minimize as trocas – reduzindo-as a zero, preferencialmente. Na presença de poder de mercado simples, Hahn (1984) chega a uma recomendação semelhante, por considerar que os incentivos ao exercício do poder de mercado são proporcionais ao volume das transacções.

As restrições de tempo, recursos e mesmo cognitivas por parte dos investigadores nestas matérias obrigam a simplificações e a escolhas quanto ao objecto central da sua análise. Tal não foi excepção, no presente estudo. Tendo ficado claro o papel fundamental das regras da instituição de mercado para a eficiência deste instrumento de política, elegemos este como sendo um aspecto a destacar no presente trabalho. Em particular, colocamos maior enfoque na questão da distribuição inicial dos direitos de emissão. Se, como verificamos, os responsáveis de política ainda preferem o *grandfathering* ao leilão, vimos igualmente no decorrer do capítulo que este último pode proporcionar ganhos de bem-estar social superiores ao primeiro, sobretudo se o mercado para transacção de direitos de emissão não for perfeitamente competitivo. Para o caso específico do EU ETS, descrito no capítulo 2, são também diversos os estudos e argumentos em defesa do leilão inicial dos direitos de emissão de CO₂ como regra para a sua afectação inicial. Portanto, com base na metodologia experimental, encontramos no laboratório a forma ideal de obter dados adicionais, de outra forma inexistentes, para testar o impacto das regras de mercado estipuladas para a transacção de direitos de emissão.

Considerando ainda que a incerteza na procura por títulos de emissão não pode ser combatida pelo regulador mas apenas limitada pela instituição de mercado escolhida, os capítulos seguintes incluem sempre este aspecto em todos os tratamentos experimentais. Igualmente se contempla a possibilidade de *banking* de direitos de emissão por ser esta uma das soluções mais documentadas e defendidas para o problema da incerteza e uma das características do EU ETS, que procuramos representar.

A estrutura de mercado que vamos representar laboratorialmente é de concorrência imperfeita pelo que, apesar de não termos por objectivo testar nenhum dos

modelos teóricos sobre poder de mercado referidos na secção 3.3, da análise dos resultados experimentais poderemos verificar se estes indiciam o exercício do poder de mercado ou, pelo contrário, se aproximam do equilíbrio concorrencial.

Por último, o cumprimento imperfeito dos limites ambientais impostos é também uma consequência da incerteza na procura de títulos de emissão, originada pelas variações aleatórias no abatimento, que introduzimos. No entanto, a este respeito não testamos as diferenças entre as regras de responsabilidade do abatimento, apontadas na secção 3.5, nem as consequências de alterar a frequência das fiscalizações por parte do regulador, ou o montante das penalizações. Assumimos uma monitorização e fiscalização perfeitas, e verificamos se os participantes envolvidos nas experiências laboratoriais usam estratégias de precaução, através da possibilidade de *banking*, por forma a evitar o incumprimento – involuntário – e as respectivas penalizações.

Os capítulos que se seguem descrevem com maior detalhe as questões abordadas nos tratamentos experimentais que definimos. Da análise dos resultados experimentais obtidos procuramos retirar ilações de política, ou seja, recomendações acerca dos aspectos mais importantes a ter em conta aquando da concepção de mercados para transacção de direitos de emissão.

4- O MERCADO EUROPEU DE DIREITOS DE EMISSÃO DE CO₂: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL

4.1- INTRODUÇÃO

O mercado internacional previsto no Protocolo de Quioto e o EU ETS são exemplo da opção de política para lidar com o problema das alterações climáticas através da criação de mercados para transacção de direitos de emissão de GEE, como referimos no capítulo 2. A implementação deste tipo de mercado acarreta, porém, diversas questões que podem justificar divergências entre os resultados teoricamente previstos e os que efectivamente se conseguem obter. No capítulo 3 constata-se a não inocuidade da regra de afectação inicial dos títulos de emissão, sobretudo se implementada em condições diferentes das previstas pelo modelo teórico original. Aliás, na breve análise crítica efectuada à Directiva 2003/87/EC, no capítulo 2, constatamos que o uso do *grandfathering* como regra geral para a distribuição inicial das licenças de emissão de CO₂ se destacava pela negativa. Nos estudos citados, como o de Hofmann (2006), por exemplo, o leilão inicial é considerado superior ao *grandfathering* e, por isso, é recomendada a revisão da Directiva 2003/87/EC no sentido de incluir o primeiro como regra e não excepção. Quer no que respeita à eficiência dinâmica e estática, quer relativamente a questões de equidade e competitividade, o leilão é defendido como a forma mais adequada de distribuir os direitos de emissão de CO₂ no seio do EU ETS. Esta não é, no entanto, uma proposta linear e sem quaisquer desvantagens, pois admite-se, por exemplo, existir o problema de “fuga de carbono” (*leakage*) em alguns sectores. Ou seja, a introdução do leilão como regra para a afectação inicial das licenças de emissão potencia a deslocalização de actividades emissoras de gases com efeito de estufa da UE para países terceiros, onde não existam o mesmo tipo de restrições ou condicionalismos ambientais. Esta é, efectivamente, uma questão com impactos sobre a competitividade das empresas europeias pelo que, para sectores onde esta fuga pode acontecer se admite a necessidade de medidas de excepção. No estudo coordenado por Neuhoff e Matthes (2008) salienta-se que é imprescindível identificar, de forma rigorosa, os sectores realmente afectados pelo problema para posteriormente se definir a forma mais correcta de o solucionar (através de distribuição gratuita dos títulos, ajudas

estatais ou outras medidas). Para os restantes, estes autores são peremptórios na recomendação da implementação generalizada do leilão das licenças de emissão de CO₂ no EU ETS. Os motivos que a justificam são sintetizados por Neuhoff e Matthes (2008) da seguinte forma:

- i)* o leilão constitui um referencial de política mais robusto do que o *grandfathering*, no sentido em que elimina as incertezas relativas a alterações no esquema de afectação futuro dos títulos. Este quadro favorece decisões mais eficientes por parte das empresas, contribuindo assim para um comportamento economicamente mais eficaz no combate às alterações climáticas, facilitando as decisões de investimento e incentivando a inovação.
- ii)* só o leilão permite aos governos arrecadar as receitas necessárias para incentivar a inovação e cooperação com países em desenvolvimento, reduzir impostos ou de qualquer outra forma compensar as famílias mais pobres pelo aumento dos preços energéticos (consequência das políticas ambientais).
- iii)* comparativamente com a atribuição gratuita dos títulos, o leilão constitui um esquema mais simples e justo para as pessoas, o que garante um maior apoio público para este tipo de política, contribuindo, portanto, para uma maior segurança dos investimentos de longo prazo.

Em nosso entender, o último argumento apresentado por Neuhoff e Matthes (2008) corresponde a uma alteração fundamental da percepção pública relativamente a este instrumento de política. De uma aplicação Coasiana dos “direitos a poluir”, o EU ETS passaria a exemplo do princípio Pigouviano do poluidor-pagador. Esta alteração, indubitavelmente, implicaria um maior consenso e apoio público para as políticas ambientais mais restritivas que a União Europeia se prepara para impor nos próximos anos. Aliás, na página 8 da Proposta de Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho que altera a Directiva 2003/87/EC a fim de melhorar e alargar o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa da Comunidade, COM (2008)16 final de 23.1.2008, constatamos que esta nossa interpretação corresponde ao entendimento das entidades europeias:

“A venda em leilão é a melhor forma de garantir a eficiência do RCLE-UE¹¹⁷ e a transparência e simplicidade do sistema e de evitar efeitos distributivos indesejáveis. A venda em leilão é a forma que melhor respeita

¹¹⁷ RCLE-UE - Regime Comunitário de Comércio de Licenças de Emissão.

o princípio do poluidor-pagador e recompensa uma acção precoce para redução das emissões. Por estas razões, a venda em leilão deverá ser o princípio básico de atribuição.”

No mesmo documento, aponta-se ainda a adopção progressiva do leilão como regra de afectação inicial de títulos, estimando-se para o início da 3ª fase do EU ETS a venda em leilão de 2/3 das licenças de emissão de CO₂.

Esta alteração na regra de afectação inicial das licenças de emissão, teoricamente aconselhada e politicamente anunciada, encontra-se no centro da presente investigação. Analisamos, numa primeira fase, o desempenho do EU ETS com base nas suas características efectivas, e não com base nas hipóteses que supostamente deveria respeitar e, posteriormente, avaliamos o impacto da alteração da regra de afectação inicial dos títulos: através de leilão ao invés de distribuição gratuita. Socorrendo-nos da metodologia da Economia Experimental, procuramos contribuir para um maior conhecimento acerca da organização e funcionamento deste mercado.

A experimentação em laboratório é, tal como a econometria e a teoria dedutiva, um método de investigação, com vantagens e desvantagens.¹¹⁸ Como refere Roth (1988), experiências em laboratório não significam a localização onde as mesmas decorrem, mas apenas o facto de serem experiências realizadas em ambientes económicos controlados pelo investigador, que também tem acesso aos sujeitos experimentais. Esta é a grande diferença em relação às experiências de campo, onde muito poucos aspectos do ambiente podem ser controlados para além de ser muito limitado o acesso aos agentes económicos.¹¹⁹ De acordo com Roth (1988), é precisamente este controlo do ambiente e o acesso aos agentes que dá às experiências laboratoriais o seu poder e vantagem sobre outros métodos de investigação.

Por seu lado, Holt (2006) refere que a utilização do método experimental proporciona uma grande confiança aos analistas para fazerem recomendações de política, por saberem que os seus resultados não estão limitados à verificação de um

¹¹⁸ Para uma introdução à metodologia experimental, apresentação histórica, vantagens e desvantagens, ver, por exemplo, Davis e Holt (1993) ou Kagel e Roth (1995).

¹¹⁹ O trabalho de Benz e Meier (2006) permite comparar precisamente o comportamento dos mesmos indivíduos no laboratório e no mundo real, por forma a poder aferir-se da validade, ou não, dos resultados obtidos em experiências laboratoriais. Para o caso específico testado – comportamento dos agentes relativamente a donativos a determinadas instituições -, Benz e Meier (2006) concluem existir uma correlação sistemática e positiva entre o comportamento do laboratório e do campo. No entanto, estes autores salientam ainda a importância do contexto ou situação em que as pessoas se encontram, quer dentro quer fora do laboratório, para influenciar o seu comportamento. Por isso, referem que a investigação económica futura deve debruçar-se mais sobre esta questão, identificada em psicologia como “a pessoa vs. a situação”. Ou seja, tendo em conta os resultados de estudos psicológicos que sugerem que em situações muito semelhantes o comportamento dos indivíduos se caracteriza por uma enorme variância, Benz e Meier (2006) realçam as dificuldades e problemas inerentes à generalização de comportamentos, característica da ciência económica.

conjunto de hipóteses restritivas. Também na perspectiva dos políticos/governantes, as experiências fornecem uma visão muito mais clara da forma como a política em questão poderá funcionar, do que a sua demonstração apenas através de equações matemáticas.

O uso desta metodologia para o estudo do comportamento dos mercados de direitos de emissão não é inovador. As experiências laboratoriais já realizadas permitiram controlar as condições prévias de funcionamento do mercado e, conseqüentemente, perceber de que forma o modelo original de Dales (1968), baseado em princípios mais simples, consegue organizar os dados gerados experimentalmente. Estudos de campo com os mesmos objectivos poderiam ter sido realizados, mas tal implicaria custos mais elevados. Como destaca Mestelman (2000), é muito mais fácil e menos dispendioso eliminar uma má iniciativa política no laboratório do que depois de esta ser efectivamente aplicada. Bjornstad *et al.* (1999) partilham esta visão ao salientarem a importância desta metodologia na avaliação de regras alternativas para a transacção de direitos de emissão, antes da efectiva implementação do mercado, ou seja, antes de existirem dados naturais observáveis (estudar o que “não é”, como vamos explicar no capítulo seguinte). Mesmo não constituindo “prova de princípio”, pode claramente identificar os principais problemas da política em questão e centrar a atenção em potenciais áreas problemáticas. Bjornstad *et al.* (1999) salientam que a investigação experimental oferece uma forma objectiva de analisar o comportamento das pessoas em novos ambientes de mercado, o que permite que sejam regularidades laboratoriais, e não julgamentos pessoais, a base para a elaboração de hipóteses testáveis acerca da forma como as condições naturais no mundo real se podem alterar.¹²⁰

Staropoli e Jullien (2006) argumentam no mesmo sentido, afirmando que a eficiência de instituições alternativas dificilmente pode ser compreendida se analisada apenas com base nas abordagens analíticas tradicionais. Estas autoras consideram que a teoria económica contribui efectivamente para avaliar o potencial impacto de diferentes regras de mercado para a obtenção de concorrência efectiva, mas leva a resultados

¹²⁰ Bjornstad *et al.* (1999) agrupam os estudos experimentais orientados para questões de política em três categorias: 1) antecipação de políticas (investigação básica); 2) desenho de política (investigação aplicada); 3) teste de políticas (prescrições de política). As propostas de implementação de determinado instrumento de política, como por exemplo os mercados para transacção de direitos de emissão, tornam necessárias experiências do segundo tipo. As experiências que pretendemos realizar inserem-se neste grupo, já que procuram testar os atributos dos mecanismos de trocas, das instituições e regras de transacção escolhidas pela legislação comunitária que cria o mercado para transacção de carbono. Bjornstad *et al.* (1999) salientam ainda que este tipo de experiências leva, normalmente, ao aparecimento das do último tipo, as prescrições para melhoramentos da política. Isto porque, ao identificar-se determinada fraqueza da política no laboratório, o investigador pode alterar sistematicamente algumas variáveis chave e controlar os efeitos sobre os resultados obtidos. No caso de uma proposta de política, isto permite ao investigador de experimental sugerir possíveis revisões do instrumento de política antes deste entrar em vigor. Daí que possamos considerar também que algumas das nossas sessões experimentais se incluem neste último grupo: porque alteramos as características escolhidas pelo regulador e avaliamos os resultados obtidos com regras alternativas – nomeadamente na distribuição inicial dos direitos de emissão.

inconclusivos quando perante mecanismos mais complexos.¹²¹ Por isso, Staropoli e Jullien (2006) defendem a necessidade de utilização de abordagens complementares para o efectivo desenho dos mercados e consideram que a economia experimental pode, neste sentido, dar contribuições empíricas valiosas.

Por outro lado, enquanto a teoria económica tradicional não releva grandemente o impacto que as instituições de mercado podem ter sobre o resultado final de mercado, a Economia Experimental, pelo contrário, dedica a esta questão especial atenção. Sendo este aspecto importante, como vimos no capítulo anterior, para o sucesso dos direitos de emissão transaccionáveis, a utilização de experiências laboratoriais garante que o mesmo é devidamente ponderado, pois o desenho e implementação laboratoriais a tal obrigam.

Muller e Mestelman (1998) descrevem alguns dos principais estudos experimentais realizados na área dos mercados para transacção de direitos de emissões e salientam, sobretudo, as suas principais conclusões e contribuições para uma melhor formulação de política. Por exemplo, o facto destes mercados efectivamente funcionarem, ou seja, aumentarem a eficiência em relação à afectação inicial dos títulos; o facto da instituição de mercado adoptada influenciar os resultados; o facto do *banking* de títulos influenciar a estabilidade de preços e a eficiência do mercado; o facto do exercício de poder de mercado influenciar a eficiência deste instrumento, podendo mesmo torná-la inferior à de instrumentos do tipo comando-e-controlo, entre outros.

No entanto, a metodologia experimental não está, obviamente, livre de críticas. Uma das desvantagens habitualmente apontada é a de que as condições existentes no laboratório são muito diferentes das reais. Porém, para refutar esta ideia, Holt¹²² cita Plott (1989, pg. 1165) que também a considera errada: “Os mercados laboratoriais são mercados “reais” no sentido em que os princípios económicos se aplicam ali como em qualquer outra parte... É suposto que a teoria e modelos gerais funcionem para os casos especiais dos mercados laboratoriais”. Smith (1982) refere mesmo que as microeconomias laboratoriais são sistemas económicos reais muito mais ricos, em termos comportamentais, do que os sistemas parametrizados nas teorias económicas. Estas últimas abstraem-se de uma enorme variedade de actividades humanas, por não as

¹²¹ O trabalho de Staropoli e Jullien (2006) apresenta os resultados experimentais de diversos estudos efectuados com o intuito de contribuir para um correcto desenho do mercado da electricidade, numa fase de reestruturação do sector. As questões relativas à definição do tipo de leilão a utilizar, tratadas por estes autores, são semelhantes às que contemplamos para o mercado de direitos de emissão.

¹²² in Kagel and Roth (1995, pg. 353).

considerarem relevantes para o comportamento económico dos sujeitos ou simplesmente por necessidade de simplificação dos modelos. O laboratório experimental, por sua vez, ao usar indivíduos motivados pelas recompensas que podem receber, retirados da população de agentes económicos do sistema económico real, representa um conjunto de circunstâncias e parâmetros muito mais complexos do que os aqueles que a teoria económica é capaz de modelizar.

Uma outra crítica frequente em relação à metodologia experimental é a de que os participantes nas mesmas deveriam ser os agentes que efectivamente têm de tomar as decisões no mundo real, e não estudantes de licenciatura como é habitual. No entanto, a participação de alunos nas experiências pode, pelo contrário, ser vista como mais uma vantagem desta metodologia, por utilizarem um raciocínio mais básico e, portanto, mais próximo da racionalidade subjacente aos modelos económicos.

Apesar de, obviamente, não poderem fazer-se generalizações com base nos resultados obtidos com algumas sessões experimentais, é possível, por exemplo, concluir que, se determinada instituição de mercado ou modelo teórico não se adequa a uma situação mais simples como a que é representada no laboratório, não conseguirá fazê-lo em condições reais, bastante mais complexas. Assim, com muito menos abstracções, o laboratório proporciona enormes possibilidades de falsificação de qualquer teoria que se pretenda testar.

Para além disso, como referem Holt *et al.* (2007), a definição de qualquer desenho experimental obriga a pensar em todos os detalhes associados com a instituição de mercado a representar, sendo este um contributo essencial para os responsáveis de política, já que ajuda a antecipar eventuais problemas que possam surgir.

As experiências que realizamos podem considerar-se como desenvolvimentos das que já existem sobre este instrumento de política. No entanto, em relação a muitas delas, têm uma diferença essencial: a aproximação ao EU ETS. Se, na realidade, são várias as experiências laboratoriais existentes sobre o mercado americano para transacção de SO₂, com o objectivo de avaliar as regras de funcionamento de mercado escolhidas,¹²³ para o caso europeu o mesmo não acontece. Ao aproximarmos o nosso desenho experimental ao EU ETS procuramos obter resultados conducentes à formulação de indicações de política. Ou seja, procuramos cumprir uma das principais

¹²³ Franciosi *et al.* (1993); Cason (1995), Cason e Plott (1996) Cason e Gandagharan (1998); Franciosi *et al.* (1999), Cronshaw e Brown-Kruse (1999a), Cason *et al.* (1999), são apenas alguns exemplos.

responsabilidades dos economistas, que é formular conselhos para questões de política cuja resposta está no âmbito do conhecimento científico da profissão. Como salienta Roth (1995), a metodologia experimental é uma das que mais garantidamente permite cumprir essa tarefa.

Analisar determinada questão e, progressivamente, ir alterando as experiências laboratoriais, de forma a avaliar a importância de diferentes variáveis, reflecte o processo cumulativo que é a metodologia experimental. Obter uma noção acerca da eficiência deste mercado, identificar eventuais problemas no seu funcionamento e, se possível, apontar soluções, são os nossos objectivos. Sendo o EU ETS uma experiência precursora na aplicação deste instrumento de política para o controlo das emissões de GEE ao nível supranacional, parece-nos clara a importância da aproximação do nosso desenho laboratorial a este mercado. Para o efeito, representamos experimentalmente um mercado para transacção de direitos de emissão com uma estrutura de concorrência imperfeita, em contexto de incerteza sobre o nível efectivo das emissões, com *grandfathering* e *banking* de títulos de emissão. Posteriormente, alteramos a forma de afectação inicial das licenças de emissão, leiloando a sua totalidade. Mantendo constantes as regras das restantes fases do desenho experimental, qualquer eventual alteração na eficiência deste instrumento de política deve ser relacionada com a introdução deste leilão inicial, em detrimento do *grandfathering*. A comparação dos custos de abatimento das emissões poluentes ou níveis de eficiência obtidos com os dois tratamentos alternativos – leilão *vs grandfathering* - contribui para a actual discussão política e teórica que defende o leilão inicial dos títulos de emissão transaccionáveis.

Antes de descrevermos e apresentarmos os nossos desenhos experimentais, efectuamos um breve enquadramento das principais experiências laboratoriais anteriormente realizadas sobre mercados de direitos de emissão, com especial enfoque para aquelas que incluem características semelhantes às nossas. Apresentamos ainda a concepção de sistema microeconómico de Smith (1982), sua representação formal e condições suficientes para a validade experimental. Na secção seguinte referem-se os diferentes tipos de leilões existentes justificando-se, posteriormente, a opção que efectuamos pelo leilão de Ausabel (2004). Encerramos o presente capítulo com a apresentação do nosso desenho experimental, incluindo a descrição das diferentes fases do mesmo, parâmetros, benchmarks e procedimentos adoptados.

4.2 – ESTUDO DOS MERCADOS DE DIREITOS DE EMISSÃO ATRAVÉS DA METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Plott (1983) é o primeiro a utilizar experiências laboratoriais para testar a capacidade dos mercados de direitos de emissão, enquanto instrumento de política ambiental, e compará-los com instrumentos alternativos, como os *standards* ou impostos ambientais. Se Crocker (1966), Dales (1968) e Montgomery (1972) formalizaram argumentos e provas teóricas rigorosas acerca da capacidade dos mercados de direitos de emissão controlarem as emissões poluentes, Mestelman (2000) considera que estas experiências de Plott (1983) providenciaram uma demonstração extremamente importante sobre o poder dos mercados para a reafecção dos direitos de emissão e a obtenção da eficiência.

Os resultados experimentais de Plott (1983) permitem concluir que os mercados de direitos de emissão transaccionáveis dão origem a uma maior eficiência do que os impostos, apesar de ambos atingirem preços e quantidades de equilíbrio, o mesmo não se passando com a aplicação de *standards* ambientais. No entanto, Plott (1983) salienta que as suas conclusões podem ser afectadas pela distribuição inicial de títulos entre os participantes no mercado de direitos de emissão, o que contraria a ideia original de que este é um aspecto com implicações apenas de equidade. É, portanto, um dos primeiros autores a destacar a importância da afectação inicial dos direitos de emissão para os resultados obtidos neste mercado.

Ainda que com objectivos e desenhos experimentais diversos, são vários os estudos experimentais posteriores a Plott (1983). Ben-David *et al.* (1999), por exemplo, testam experimentalmente o fundamento teórico que está na base da criação dos mercados para transacção de direitos de emissão: ganhos potenciais através da transacção de títulos de emissão devido à existência de diferentes custos marginais de abatimento das empresas reguladas.¹²⁴ Avaliar até que ponto esses ganhos potenciais constituem um incentivo operacional para a realização das transacções no mercado, e consequente diminuição de custos, é o objectivo de Ben-David *et al.* (1999).

Com os resultados experimentais obtidos, Ben-David *et al.* (1999) não conseguem confirmar a existência de qualquer relação entre a heterogeneidade das

¹²⁴ O estudo teórico de Newell e Stavins (2003) modeliza explicitamente a heterogeneidade dos custos das empresas com o intuito de avaliar os custos de diferentes tipos de regulamentação ambiental. A conclusão a que chegam é a de que, quanto mais flexível for a regulamentação maior será a redução de custos possível, e esta redução depende, por sua vez, do grau de heterogeneidade dos mesmos. Dada a maior flexibilidade dos mercados para transacção de direitos de emissão, como instrumento de política ambiental, face aos restantes, estes autores consideram-nos mais vantajosos.

empresas e o volume de transacção de títulos. Por outro lado, verificam que existe alguma evidência acerca de uma relação inversa entre a variabilidade dos preços e o volume de transacções. Por último, a conclusão mais surpreendente e inesperada é a de que a eficiência está inversamente relacionada com o grau de heterogeneidade do mercado experimental. Este resultado contraria assim as previsões teóricas que referem que quanto maior a heterogeneidade entre as empresas, maiores os ganhos potenciais das transacções nos mercados de títulos.

Ben-David *et al.* (1999) avançam com uma explicação para estes resultados experimentais, aparentemente controversos. Sendo verdade que um maior nível de heterogeneidade aumenta os ganhos potenciais, estes autores consideram que aumenta também os potenciais ruídos no mercado. Ou seja, quanto maiores forem os potenciais ganhos das trocas, maiores podem ser também as potenciais más afectações em mercados mais heterogéneos, quando estes têm tendência para se desviar de comportamentos eficientes. Ben-David *et al.* (1999) encontram apoio para esta explicação na elevada variância da eficiência de mercado registada nos seus resultados laboratoriais, em mercados heterogéneos. Por esse motivo, sugerem que mercados para transacção de direitos de emissão mais pequenos e menos heterogéneos podem ser desejáveis para atingir uma maior eficiência, para além de se ajustarem melhor às condições locais. Ou seja, estes autores contrariam a ideia veiculada na literatura acerca de um *trade-off* entre a diferenciação de mercados regionais, desejáveis para acomodar especificidades próprias das regiões, e a necessidade de mercados de maior dimensão de forma a maximizar os ganhos potenciais das trocas.

Bohm e Carlén (1999), por seu lado, realizam experiências laboratoriais cujo objectivo é representar um mercado para transacção de quotas de emissão de CO₂ ao nível internacional. Visando testar o funcionamento do mecanismo implementação conjunta (JI), previsto no protocolo de Quioto, Bohm e Carlén (1999) procuram representar o caso de quatro países nórdicos que acordaram, efectivamente, testar potenciais poupanças nos custos de abatimento através da troca de reduções de emissões entre si. Os resultados experimentais obtidos mostram que, independentemente das regras de negociação estabelecidas, se obtém uma elevada eficiência com as trocas de reduções de emissões entre estes países. Mesmo na presença de um vendedor dominante, os resultados de Bohm e Carlén (1999) indicam que todos os países participantes podem realizar ganhos significativos com a transacção de reduções de emissões. Ou seja, a principal conclusão é a de que efectivamente o mercado funciona.

Várias outras experiências laboratoriais sobre mercados para transacção de direitos de emissão se realizaram, não se limitando ao estudo dos seus fundamentos teóricos mas procurando, sobretudo, avaliar o impacto de aspectos muito específicos do seu funcionamento. No capítulo 3 fomos referindo esses trabalhos experimentais para cada um dos cinco aspectos que destacámos (instituição de mercado; poder de mercado; incerteza; cumprimento imperfeito; e incentivos ao desenvolvimento tecnológico). Sendo incontestável a importância das instituições na definição da informação e da estrutura de incentivos para os resultados económicos, é sobre estas que as nossas experiências laboratoriais tratam para o caso específico do EU ETS. Por esse motivo, referimos de seguida, de forma sintética, alguns dos trabalhos experimentais já apontados no capítulo anterior que incluem características semelhantes às nossas.

Franciosi *et al.* (1993) e Franciosi *et al.* (1999), por exemplo, procuram estudar no laboratório as características de instituições de mercado específicas, como o mercado americano para transacção de SO₂, definido pela EPA. Testam, nomeadamente, o funcionamento do leilão neutro em termos de receitas (RNA), proposto por Hahn e Noll (1982), e que a EPA decidiu implementar para uma parte do mercado. Os resultados experimentais obtidos por Franciosi *et al.* (1993) permitem concluir que a aplicação do leilão proposto pela EPA não acarreta diferenças em termos da eficiência do mercado, comparativamente com outro tipo de leilões, produzindo apenas efeitos em termos de equidade.

Acerca da flexibilidade de transacção intertemporal dos direitos de emissão e suas consequências sobre a eficiência dos mercados encontramos, nomeadamente, os estudos de Cronshaw e Brown-Kruse (1999a), Franciosi *et al.* (1999), Cason *et al.* (1999) e Mestelman *et al.* (1999). Num contexto de certeza sobre as condições da oferta e da procura no mercado todos chegam a conclusões semelhantes: o *banking* dos direitos de emissão não proporciona ganhos face ao resultado de equilíbrio concorrencial, sem *banking*.

Sendo o *banking* apontado na literatura como uma característica da instituição de mercado capaz de solucionar as consequências negativas da incerteza sentida pelas empresas acerca do nível efectivo das emissões, a avaliação do seu impacto no desempenho do mercado deve, necessariamente, ser feita nesse contexto. A introdução de uma componente aleatória na procura de títulos de emissão é, aliás, apontada pelos autores dos estudos experimentais que referimos como uma extensão necessária ao seu trabalho. Godby *et al.* (1997), por exemplo, já incluem nas suas experiências essa

aleatoriedade, analisando as consequências da possibilidade de *banking* num contexto de incerteza, em termos de eficiência e estabilidade do mercado.¹²⁵ A conclusão a que chegam é a de que a instabilidade dos preços dos títulos de emissão, registada num contexto de incerteza das empresas quanto ao nível de emissões poluentes efectivas, é praticamente eliminada quando se permite o *banking* de títulos. Godby *et al.* (1997) concluem que esta característica tem um efeito forte e positivo sobre a eficiência dos mercados de títulos de emissão transaccionáveis e que leva a um aumento do volume de transacções no mesmo.

Ainda que com base num desenho experimental diferente, Cason e Gangadharan (2006) concluem também que o *banking* ajuda a eliminar a volatilidade de preços causada pela incerteza acerca do nível efectivo das emissões poluentes. O estudo experimental destes autores analisa de forma simultânea a interacção entre o *banking*, a incerteza na procura dos títulos e as decisões de cumprimento/violação dos limites estipulados. Apesar do efeito positivo que referimos, os seus resultados indicam ainda que o cumprimento da regulação é menor, logo as emissões são maiores, quando o *banking* é permitido. Por isso, tal como referimos no capítulo anterior, Cason e Gangadharan (2006) apontam a necessidade de investigação adicional para melhor compreender os incentivos ao incumprimento, na presença de *banking*.

Por seu lado, Gangadharan *et al.* (2005) avaliam também o impacto do *banking* sobre o desempenho do mercado para transacção de direitos de emissão num contexto de incerteza na oferta, e não na procura, de títulos.¹²⁶ Os resultados experimentais que obtêm registam *banking* excessivo e diminuição da eficiência face ao mercado sem *banking*. Esta conclusão desfavorável à utilização de *banking* é justificada por Gangadharan *et al.* (2005) como uma possível consequência da incapacidade dos participantes em se adaptarem às alterações nas condições da oferta em cada período e até mesmo ao número de títulos poupados nos períodos anteriores.¹²⁷ O nosso desenho experimental inclui *banking* num contexto de incerteza na procura, mas não oferta de títulos de emissão. Esta opção reflecte aquelas que são as condições no EU ETS. Os PNALE anunciam previamente o montante de títulos de emissão a que cada instalação tem direito anualmente, pelo que não existe qualquer incerteza na oferta por parte do

¹²⁵ Godby *et al.* (1997) testam também o seu impacto em contexto de certeza. E também nesta situação os resultados da experiência destes autores, contrariamente aos que referimos antes, indicam um aumento da eficiência deste mercado com a possibilidade de substituição intertemporal entre títulos.

¹²⁶ Ou seja, não é certa a quantidade de títulos que será disponibilizada pelo regulador em cada período.

¹²⁷ Gangadharan *et al.* (2005) avaliam ainda as consequências da possibilidade de realização de investimentos sobre o resultado final no MDE. Estudam a interacção entre *banking*, investimento e incerteza na oferta de títulos, com base num desenho experimental alternativo ao habitualmente usado na representação laboratorial de mercados para transacção de direitos de emissão.

regulador. Em cada período as empresas abrangidas pelo EU ETS determinam as suas necessidades de títulos de emissão com base na produção e emissões previstas mas, por factores vários, podem verificar no final do período a existência de desvios. Na secção 4.4, aquando da descrição mais detalhada do nosso desenho experimental, focamos novamente esta questão.

A grande diferença entre o nosso desenho experimental e aqueles que acabamos de referir deve-se ao facto do nosso se aproximar do EU ETS como nenhum outro, até então. Representa uma estrutura de mercado próxima da existente no EU ETS: estrutura de concorrência imperfeita, em contexto de incerteza sobre o nível efectivo das emissões, com *grandfathering* e *banking* de títulos de emissão. Com vista à verificação da adequação das regras de mercado instituídas, analisamos os resultados experimentais, comparando-os com os ganhos potenciais previstos para um mercado de transacção de direitos de emissão deste tipo. Posteriormente, alteramos a regra de afectação inicial dos direitos de emissão, introduzindo um leilão inicial para avaliar o seu impacto sobre a eficiência no caso específico do EU ETS. Godby (1996) analisou as consequências de diferentes afectações iniciais de títulos às empresas no que respeita ao exercício do poder de mercado e concluiu não ser indiferente para a eficiência do mercado. No entanto, não tratou da questão da distribuição gratuita dos títulos *vs.* leilão, mas sim de uma distribuição inicial de mais títulos à empresa dominante ou às empresas da franja competitiva (para além de não ter quaisquer preocupações com o paralelismo ao EU ETS). Já o estudo experimental de Benz e Ehrhart (2007) teve um objectivo semelhante ao nosso: avaliar a relação entre a regra de afectação inicial dos direitos de emissão com os preços resultantes no mercado. Estes autores procuram tirar ilações para o mercado europeu de transacção de CO₂ mas, na verdade, o seu desenho experimental não reflecte essa preocupação de proximidade entre o laboratório e a realidade. Pelo contrário, essa foi por nós considerada no momento da escolha dos parâmetros utilizados e da estrutura e regras do mercado laboratorial implementado. As diferenças face ao estudo de Benz e Ehrhart (2007) dizem ainda respeito ao número de períodos e de participantes nas experiências (ambos inferiores aos nossos), à oferta total de licenças de emissão durante a sessão experimental (decrecente ao longo dos períodos, sendo no nosso caso fixa). Para a estrutura de custos atribuída a cada participante, Benz e Ehrhart (2007) não utilizaram qualquer estimativa de custos marginais de abatimento para os países participantes no EU ETS, não possuindo, por isso, o mesmo paralelismo do presente estudo. Por último, a possibilidade de *banking* dos títulos de emissão, num contexto de

incerteza quanto ao verdadeiro nível de abatimento das emissões, por nós contemplada, não é incluída nas experiências laboratoriais de Benz e Ehrhart (2007).

A complexidade do nosso desenho experimental é, portanto, incomparavelmente superior ao estudo destes autores, por incluir, simultaneamente, diversos aspectos que caracterizam o ambiente do EU ETS.

Quando o objectivo é a comparação do desempenho económico resultante de diferentes regras de informação e de estabelecimento dos contratos, as instituições constituem variáveis de tratamento para a Economia Experimental. Smith (1982) considera que o uso desta metodologia de investigação está predestinada a estudar as mesmas questões que a *New Institutional Economics* (NIE), visto não ser possível desenhar uma experiência laboratorial acerca da afectação de recursos sem desenhar uma instituição com todos os seus detalhes. O nosso mercado experimental para transacção de direitos de emissão constitui um exemplo do sistema microeconómico definido por Smith (1982), cuja representação formal e condições de validade apresentamos de seguida.

4.2.1 – Sistemas microeconómicos e experiências laboratoriais

Qualquer sistema microeconómico, segundo Smith (1982), é constituído pelo ambiente e instituição microeconómicos.

Do ambiente do sistema microeconómico fazem parte N agentes económicos $\{1, \dots, N\}$, $K+1$ bens $\{0, 1, \dots, K\}$ e certas características de cada agente i , como a função utilidade de cada um u^i , tecnologia inicial T^i e um vector referente à dotação inicial de bens ω^i . Logo, o agente económico i é caracterizado pelo vector $e^i = (u^i, T^i, \omega^i)$ e o ambiente microeconómico define-se pela colecção das características $e = (e^1, \dots, e^N)$, que não podem ser alteradas pelos agentes ou pelas instituições em que os mesmos interagem. Como salienta Smith (1982), tal não significa, porém, que não sejam possíveis mudanças nas preferências ou nas tecnologias. O que este ambiente fixo especifica são as limitações nas alterações de gosto ou tecnologia, numa economia com gostos e recursos variáveis. Especificamente, um sistema experimental \underline{e} inclui algumas das circunstâncias que não podem ser alteradas pelos agentes por serem variáveis de controlo fixadas pelo investigador.

A instituição, por seu lado, define as regras através das quais os agentes podem comunicar, transaccionar ou transformar bens com vista a alterarem a sua dotação

inicial, de acordo com os gostos e conhecimentos de cada um. Como qualquer transacção ou transformação de bens tem de ser precedida pela interacção dos agentes económicos, através da comunicação, Smith (1982) considera os direitos de propriedade das mensagens tão importantes como os direitos de propriedade sobre os bens ou ideias. Logo, a instituição define direitos de propriedade privada que incluem o direito a falar ou não, o direito a exigir o pagamento ou a entrega de um bem, ou o direito a excluir outros do uso de algo. Consequentemente, a formalização teórica de instituição define os seguintes aspectos:

- i) A *linguagem* $M = (M^1, \dots, M^N)$ constituída por mensagens $m = (m^1, \dots, m^N)$, em que m^i é um elemento de M^i , ou seja, o conjunto de mensagens que podem ser enviadas pelo agente i (que não tem necessariamente de ser igual a M^j para j).
- ii) O conjunto $H = (h^1(m), \dots, h^N(m))$ de *regras de afectação* para cada agente i . A regra $h^i(m)$ define a afectação final do bem para cada agente i como uma função das mensagens enviadas por todos os agentes. Como pode existir troca de mensagens anteriores a essa afectação, m refere-se à mensagem que determina a afectação final.
- iii) O conjunto $C = (c^1(m), \dots, c^N(m))$ de *regras de imputação dos custos*. A regra $c^i(m)$ define a regra de pagamento que cada agente deve fazer, em unidades monetárias, como uma função das mensagens enviadas por todos os agentes.
- iv) O conjunto $G = (g^1(t_0, t, T), \dots, g^N(t_0, t, T))$ de *regras de ajustamento do processo*. Habitualmente constituído por uma regra para o começo $g^i(t_0, \dots)$ - que especifica o momento ou as condições em que a troca de mensagens pode começar -, uma regra (ou regras) de transacção $g^i(\dots, t, \dots)$ - que gere a sequência e troca de mensagens -, e uma regra de encerramento $g^i(\dots, \dots, T)$ - que define quando termina a troca de mensagens e começa a afectação dos bens.

Smith (1982) define $I^i = (M^i, h^i(m), c^i(m), g^i(t_0, t, T))$ como os *direitos de propriedade* de cada agente i na comunicação e nas trocas, constituídos pela definição das mensagens que tem direito a enviar; as regras de início, transacção e encerramento que governam esses direitos de comunicação; e, por último, o direito a reclamar os bens ou o pagamento de acordo com o resultado proveniente das regras aplicadas a essas mensagens. A *instituição* microeconómica é definida pelo conjunto de características de todos esses direitos de propriedade privadas $I = (I^1, \dots, I^N)$. Por sua vez, o *sistema*

microeconómico $S = (e, I)$ é então constituído pelo ambiente microeconómico juntamente com a instituição microeconómica.

Em termos estáticos, a descrição de uma economia é feita focando o resultado final das escolhas em M . Nesse sentido, define-se o resultado comportamental do agente i pela função $\beta^i(e^i | I)$, que comporta a mensagem m^i determinante da afectação final, enviada pelo agente i com características e^i , dados os direitos de propriedade de todos os agentes definidos por I . β^i pode representar apenas uma mensagem de transmissão ou constituir o resultado final da troca de mensagens num processo iterativo. As funções β^i geram o comportamento das mensagens enviadas pelos agentes, que não tem necessariamente de ser baseado na maximização das preferências.¹²⁸ Daí a vantagem desta formalização e sua adequação à metodologia experimental: a não imposição de restrições *a priori* acerca do comportamento dos agentes.

A figura 4.1 ilustra o processo conceptual descrito por Smith (1982). O conjunto de mensagens enviadas por todos os agentes, através da instituição escolhida, determina os resultados (X) finais:

$$x^i = h^i(m) = h^i[\beta^1(e^1 | I), \dots, \beta^N(e^N | I)] \text{ e}$$

$$x^i_o = c^i(m) = c^i[\beta^1(e^1 | I), \dots, \beta^N(e^N | I)].$$

No sistema microeconómico que representamos experimentalmente, e descrevemos neste capítulo e no próximo, os agentes não escolhem directamente a afectação dos bens mas sim as mensagens, tal como o esquema abaixo. Através das regras definidas pelas instituições que implementamos laboratorialmente essas mensagens são transformadas em afectações. Ou seja, obtemos experimentalmente um processo social que culmina em transacções e que são o resultado em foco na análise estática do mesmo.¹²⁹

¹²⁸ Esta é apenas uma hipótese teórica sobre o comportamento dos agentes económicos que pode ser falsa. Aliás, a Economia Comportamental e a Economia Experimental demonstraram que as decisões dos agentes económicos em contexto de incerteza se desviam da teoria da utilidade esperada de Neumann-Morgenstern-Savage, referencial da teoria económica tradicional. A Royal Swedish Academy of Sciences (2002) refere, acerca da atribuição do prémio Nobel da Economia nesse ano a Daniel Kahneman (partilhado com Vernon Smith), a sua enorme contribuição para a evidência de desvios no comportamento dos agentes face às previsões da teoria da utilidade esperada.

¹²⁹ Uma análise dinâmica da economia, por seu lado, centra a atenção nos processos, ou seja, na troca de mensagens anteriores às que determinam a afectação final. Para o efeito, define-se a reacção de comportamento do agente i através da função f na equação $m^i(t) = f^i(m(t-1) | e^i, I)$, que indica a mensagem de reacção de i , $m^i(t)$, no ponto de sequência t a mensagens anteriores $m(t-1)$ por parte de todos os agentes. Tal como acontecia para a função β^i , não é imposta qualquer hipótese restritiva acerca do comportamento dos agentes. Ou seja, a função f^i tanto pode seguir uma regra de decisão óptima, ser aleatória ou simplesmente inexplicável. Apenas se estabelece que a primeira iteração f^i surge após o arranque, de acordo com a regra previamente estabelecida, e as mensagens subsequentes respeitam as regras de transacção em I . O processo termina com $m^i = m^i(T)$, depois de activada a regra de paragem em I .

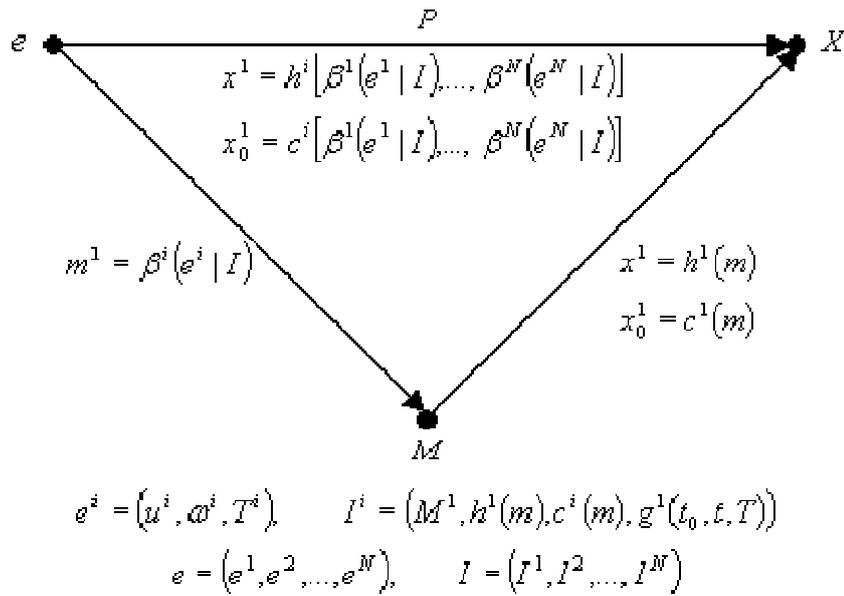


Figura 4.1 – Esquema representativo do sistema microeconómico (figura 1, Smith (1982, pg.926))

Com base na recolha de dados de campo, apenas são observáveis os seguintes elementos da figura 4.1: *i*) a lista de agentes; *ii*) a lista de bens e recursos físicos; *iii*) a dotação de bens e recursos físicos dos agentes individuais; *iv*) a linguagem e características dos direitos de propriedade das instituições; e *v*) os resultados. Ou seja, não são observáveis *vi*) a ordenação das preferências; *vii*) a dotação tecnológica; e *viii*) o comportamento das mensagens dos agentes $\beta^i(e^i | I)$, com $i = 1, 2, \dots, N$. Como refere Smith (1982), estes últimos elementos não são observáveis não só por serem privados mas também por, até certo ponto, não serem registados. As preferências – disposição para comprar – e a tecnologia – disposição para produzir – podem, no máximo, ser inferidas a partir de mensagens pontuais dos agentes no espaço das mensagens. Para além disso, mesmo estas por vezes não podem ser observadas como quando, por exemplo, são conhecidas as afectações e preços mas não todas as propostas de compra/venda efectuadas. Portanto, não é possível observar as funções de comportamento das mensagens por não ser possível observar – e variar – as preferências.

Conhecer o ambiente económico e o comportamento dos agentes na presença de instituições alternativas, para podermos classificá-las de acordo com as relações entre o ambiente e resultados produzidos, é fundamental no apoio à formulação de políticas e à obtenção de respostas para questões como as seguintes. Será que existem instituições

que produzem mais facilmente afectações que são óptimos de Pareto? Em caso afirmativo, esses resultados são robustos face a mudanças no ambiente? Identificada uma instituição que funciona bem, será que todas as suas regras são essenciais para esse funcionamento, ou existem algumas que são redundantes? Algumas dessas regras são redundantes para a maioria dos ambientes mas tornam-se importantes em eventuais condições que impliquem mudanças improváveis no ambiente?

Estes são apenas alguns exemplos apontados por Smith (1982) e que constituem, efectivamente, questões para as quais seria importante que a ciência económica encontrasse respostas. É precisamente aqui que a metodologia experimental em geral, e o presente estudo em concreto, podem trazer contributos importantes. Criando em laboratório um ambiente microeconómico, é implementado e mantido um controlo efectivo sobre as variáveis relevantes. O controlo e a mensuração conseguidos podem ser relativos, mas não há dúvida de que são muito maiores e mais precisos nas experiências laboratoriais do que em experiências de campo ou em dados fornecidos por instituições oficiais. Controlar qualquer um dos elementos de $S = (e, I) = (u^i, T^i, \omega^i; M^i, h^i, c^i, g^i)$ significa fixar e manter constante a variável a um determinado nível ou, alternativamente, em níveis diferentes em diferentes experiências ou em diferentes momentos de tempo dentro da mesma experiência.¹³⁰

Porém, para a prossecução destes objectivos é indispensável a verificação de algumas condições essenciais para a validade da economia experimental. A sua observação é, portanto, imprescindível no momento de concepção e execução de experiências laboratoriais.

4.2.2 – Condições essenciais para a validade da economia experimental

A não-saciabilidade e a saliência, segundo Smith (1982), são duas condições suficientes para a validade de uma experiência microeconómica.

Condição 1: Não-saciabilidade. Dada uma determinada escolha, sem custos, entre duas alternativas idênticas, com a excepção da primeira dar origem a uma recompensa maior do que a segunda, a primeira será sempre a preferida por parte de um indivíduo autónomo.

¹³⁰ Para além de análises estáticas podem também efectuar-se estudos dinâmicos. Observar e medir as respostas dos agentes através das mensagens m^i e os resultados h^i e c^i consequência dessas mesmas mensagens pode ser o objectivo. Se a medição dos resultados nos permite avaliar o desempenho do sistema, S , a medição das mensagens identifica modos de comportamento revelados pelos agentes, $\beta^i (e^i | I)$, e permite testar hipóteses derivadas da teoria acerca do comportamento dos mesmos. De igual forma, a metodologia experimental pode dar contributos extremamente valiosos nesta matéria.

Condição 2: Saliência. Tendo em conta a forma como a instituição da experiência define os direitos de propriedade individual nas mensagens e a forma como as mensagens se traduzem em resultados, garante-se aos sujeitos o direito de reclamarem uma recompensa que é crescente com os bons resultados, x^i , da experiência. Esta condição é introduzida para que as recompensas das experiências laboratoriais tenham relevância motivacional para os sujeitos. Tal significa, portanto, que as recompensas devem estar directamente associadas com as acções que se traduzem em mensagens por parte dos sujeitos.

Como destaca Smith (1982), a ligação entre a recompensa monetária e o controlo das preferências em experiências laboratoriais é por vezes questionada, por poderem existir custos subjectivos, não-monetários, relativos ao processo de tomar e executar decisões individuais. Ou seja, considera-se que o custo subjectivo de transaccionar, isto é, o custo de pensar, calcular e agir pode não ser irrelevante. Logo, se existir desutilidade associada às mensagens nas tarefas experimentais a procura induzida é necessariamente menor do que na ausência desse custo.¹³¹ Por esse motivo, no momento da concepção dos tratamentos experimentais torna-se necessário observar também uma outra condição, a da dominância.

Condição 3: Dominância. A estrutura de recompensas domina qualquer custo (ou valor) subjectivo associado à participação nas actividades da experiência.

Esta condição assenta no pressuposto de que um nível de pagamento elevado para a população em questão tornar a utilidade das tarefas não monetárias irrelevantes.

Uma outra ressalva se coloca normalmente à condição de não-saciabilidade por poder também implicar a perda de controlo sobre as preferências dos participantes nas experiências. Esta diz respeito à eventualidade dos sujeitos não procurarem, de forma autónoma, maximizar apenas as suas próprias recompensas. A existência de considerações acerca da utilidade inter-pessoal pode prejudicar a obtenção de valorizações induzidas bem definidas em certos contextos.

Nesses contextos, este tipo de interdependência pode ser efectivamente controlado se o desenho experimental contemplar informação incompleta para os

¹³¹ Existe, porém, a possibilidade de um efeito oposto. Tal como na economia real, os sujeitos que participam na experiência podem atribuir um valor positivo às mensagens e aos resultados experimentais pelo simples facto de participarem no “jogo”. Portanto, comprar ou vender o bem no mercado pode trazer utilidade, independentemente da satisfação dos ganhos ou recompensas monetárias daí resultantes. Isso significa então que um lucro de décimas na experiência pode ter um valor subjectivo S_i . Se S_i for monótona crescente em “pontos” (ou décimas) então estas utilidades do jogo reforçam o efeito de qualquer estrutura remuneratória explícita. Sendo no mesmo sentido, este valor subjectivo, não-monetário, não causa problemas, por exemplo, nas funções induzidas para a oferta e procura. Serve apenas para explicar resultados consistentes com comportamento maximizador em experiências que não utilizam recompensas monetárias.

participantes, respeitando a condição abaixo.

Condição 4: Privacidade. Cada sujeito na experiência recebe apenas informação acerca das suas alternativas de pagamentos.

Para além de ser uma condição importante para as reproduções em laboratório, a privacidade é, efectivamente, uma característica transversal, ainda que em diferentes graus, de praticamente todas as instituições de mercado existentes na realidade. As recompensas monetárias no laboratório, para sujeitos não saciados, têm a mesma função que os indicadores de utilidade dos bens (preferências) nas microeconomias reais e também nestas não se observam as preferências dos outros. A aplicabilidade desta condição mesmo a sujeitos que funcionam como empresas num mercado experimental, e a quem são atribuídas funções custo é, segundo Smith (1982), igualmente correcta. As funções custo marginal atribuídas numa experiência representam listas bem definidas da disponibilidade a vender e os ganhos dos sujeitos medem exactamente o excedente do produtor realizado. Os registos observáveis das empresas contêm custos e lucros contabilísticos, que diferem destes valores que são listados nas experiências. Efectivamente, não são conhecidos na realidade os valores dos custos marginais das empresas pelo que a condição da privacidade ou da informação imperfeita se aplica também a este lado do mercado.

Em suma, para a existência de uma microeconomia experimental, ou seja, indivíduos motivados a agir dentro do quadro de uma instituição, são condições suficientes a não-saciabilidade e a saliência. Uma microeconomia experimental *controlada* implica ainda a introdução das condições de dominância e privacidade porque os indivíduos podem atribuir custos (ou valores) subjectivos importantes à transacção. As condições 1 a 4, como refere Smith (1982), permitem estudar sistemas microeconómicos em experiências laboratoriais constituídas por agentes económicos reais que trocam mensagens reais, através de instituições com direitos de propriedade reais, que acarretam resultados convertíveis em dinheiro real. Se o objectivo da investigação for apenas testar hipóteses derivadas das teorias, as condições 1 a 4 são suficientes para proporcionar rigorosos testes controlados a modelos de comportamento básico.

Porém, depois de obtidos resultados experimentais replicáveis, o objectivo pode ser o de verificar se esses são aplicáveis a outros ambientes, sobretudo aos existentes na realidade. Mesmo que a teoria em estudo tenha sido falsificada ou não exista uma teoria que explique resultados laboratoriais comportamentais bem documentados, saber se

esses resultados são transferíveis para ambientes reais é uma questão que naturalmente surge. A condição suficiente para que essa transferência de resultados seja possível é a que a seguir se apresenta.

Condição 5: Paralelismo. As proposições acerca do comportamento dos indivíduos e o desempenho das instituições testadas em microeconomias laboratoriais são igualmente aplicáveis às microeconomias não laboratoriais onde se verifiquem as mesmas condições, *ceteris paribus*.

Esta última condição resume, no fundo, a importância dos incentivos para o funcionamento dos sistemas microeconómicos. Ou seja, se as instituições fazem a diferença é porque as regras também o fazem, e se as regras fazem diferença é porque os incentivos também o fazem. Portanto, independentemente do contexto de qualquer microeconomia em particular, o paralelismo implica que os efeitos dos incentivos de diferentes regras para transacções são qualitativamente os mesmos. Ou seja, se a regra A produz menos propostas de compra ou de venda que a regra B num mercado, então terá a mesma consequência se aplicada noutros mercados. No entanto, como salienta Smith (1982), os efeitos quantitativos dos incentivos não são necessariamente os mesmos, a não ser que as diferentes microeconomias sejam comparáveis no que respeita ao tipo de agentes, valores envolvidos, etc. O paralelismo relativamente a determinado aspecto em particular do comportamento é falsificado se determinada propriedade de uma teoria ou instituição numa microeconomia laboratorial for falsificada com dados reais.

Para a prossecução do nosso estudo experimental, respeitamos as cinco condições que acabámos de referir, como explicamos aquando da descrição do desenho experimental adoptado. Com base no caso concreto do EU ETS, analisa-se o comportamento de um mercado para transacção de direitos de emissão quando não se verificam todas as hipóteses subjacentes ao modelo teórico de funcionamento do mesmo, procurando identificar-se a importância das regras escolhidas, sobretudo relativamente à afectação inicial dos títulos de emissão. De acordo com a taxonomia de Santos (2007), a nossa constitui uma experiência “tecnológica”. Ou seja, produz conhecimento acerca da forma mais correcta de desenhar instituições de mercado, para o caso específico da transacção de licenças de emissão de CO₂ no seio da UE. Este tipo de experiências avalia se as acções de sujeitos (m_i), orientados para a maximização do seu próprio lucro, dentro de uma instituição de mercado com regras específicas

conduzem, de facto à maximização dos resultados individuais (x_i), bem como à obtenção de um óptimo social (X_i).

Antes de compararmos o desempenho de um mercado para transacção de licenças de emissão, com distribuição inicial gratuita ou através de leilão, tivemos necessidade de definir as regras do leilão a implementar. Depois de realizada uma breve revisão acerca dos diferentes tipos de leilões existentes e dos principais aspectos a considerar para a sua implementação, a nossa opção recaiu sobre o leilão dinâmico para múltiplas unidades proposto por Ausabel (2004), como referimos na secção seguinte.

4.3 – TIPOS DE LEILÕES

Na literatura económica, o termo “leilão” aplica-se a qualquer tipo de instituição de mercado centralizada. É o caso, por exemplo, do EU ETS que constitui um leilão duplo, onde as empresas compram e vendem, entre si, licenças de emissão. Nesta secção, porém, tratamos apenas o caso em que o vendedor cria um mercado especial para vender uma quantidade fixa de um bem, a que, de outra forma, os compradores não conseguem ter acesso. Ou seja, atribuímos ao termo “leilão”, nesta secção e no restante trabalho, o seu uso mais comum.

Vamos ainda centrar-nos apenas nos modelos para leilões de valor privado, por serem estes representativos da situação que pretendemos testar experimentalmente. Ou seja, trata-se de leilões para bens cujo valor difere entre os participantes e que conhecem apenas as respectivas valorizações, mas não as dos seus concorrentes. Este conhecimento imperfeito é relevante para as decisões de licitação no leilão e difere da incerteza sentida em leilões de valor comum. Nestes, o valor do bem é o mesmo para todos os participantes, diferindo apenas a informação privada que cada um possui acerca do seu verdadeiro valor. Por outro lado, a abordagem do presente trabalho à questão dos leilões é feita com referência exclusivamente ao caso de um vendedor (no caso, o regulador) e vários compradores. Isto porque a inclusão dos leilões no presente trabalho se insere no estudo de formas alternativas de distribuição inicial dos direitos de emissão de CO₂ por parte do regulador. No entanto, com as devidas adaptações, as referências feitas servem também para o caso de leilões com vários vendedores e um só comprador.

Usando a definição de Binmore e Klemperer (2002), os leilões não são mais do que meios eficazes de extrair e fazer uso de informação, que de outra forma estaria

inacessível aos responsáveis de política. No entanto, como salientam os mesmos autores, cada ambiente económico requer um formato de leilão desenhado para contemplar as suas principais características. Ou seja, não existe um modelo “one size fits all”.¹³² De acordo com Klemperer (2002), no momento em que se define o desenho de um leilão é importante procurar prevenir comportamentos colusivos, predatórios ou que impeçam a entrada de novos concorrentes. Contemplando estes aspectos relacionados com a política concorrencial, cada modelo deve definir as regras mais adequadas relativamente *i)* ao número de vezes que os participantes no leilão podem submeter as suas propostas e *ii)* ao preço pago pelos compradores.

No que diz respeito ao número de vezes que os compradores podem submeter propostas existem, essencialmente, dois tipos de leilões. Leilões estáticos,¹³³ em que os sujeitos apenas podem submeter propostas de compra uma vez sem possibilidade de as alterar e leilões dinâmicos,¹³⁴ que permitem aos compradores fazer várias propostas de compra, alterando as iniciais em resposta a informação que vão obtendo. Estes últimos permitem um efeito de aprendizagem que não é possível com os leilões estáticos.

O segundo aspecto diz respeito à opção entre um preço único para todas as transacções ou, alternativamente, preços diferentes para cada comprador, consoante as suas próprias propostas. Ou seja, leilão com preço único no primeiro caso e leilão com preço discriminante no segundo. Os leilões de preço único podem ser *first-price* ou *second-price auctions*. Os primeiros correspondem a leilões de proposta fechada, em que cada participante faz uma única licitação, sem conhecer as propostas dos outros indivíduos e o bem é vendido a quem tiver feito a maior licitação, sendo pago o preço proposto pelo vencedor. O segundo caso é em tudo idêntico, excepto no tocante ao preço pago pelo vencedor: não paga o preço proposto pelo próprio mas sim o segundo preço mais elevado das licitações feitas. Este tipo de leilão é habitualmente designado por *Vickrey auction*, por ter sido William Vickrey o primeiro a introduzi-lo em 1961. O seu objectivo era garantir que o preço pago pelo vencedor do leilão seria independente das propostas feitas pelo mesmo, para que os sujeitos tivessem o incentivo correcto a revelar o verdadeiro valor do bem.

¹³² Para uma revisão das principais questões e conceitos sobre teoria dos leilões ver, por exemplo, Klemperer (1999 e 2001) e sobre a importância do contexto em que os leilões são implementados, ver Klemperer (2002).

¹³³ Leilões em que as propostas de compra são “fechadas”, designados na literatura económica por *sealed-bid auction*.

¹³⁴ Por serem leilões com propostas sequenciais designam-se por *sequential-bid* ou *multiple-round auction*. O leilão inglês e holandês são os mais comuns dentro deste tipo. Distingue-os o facto de, no leilão inglês, o leiloeiro começar por propor um preço mais baixo e ir fazendo propostas mais elevadas, a intervalos regulares de tempo, enquanto no leilão holandês se passa precisamente o oposto, com as propostas de preço a baixarem de forma regular no decorrer do mesmo. Ambos terminam quando a procura total é menor ou igual à oferta.

Do trabalho experimental de Smith (1967), comparando leilões estáticos com preço único e com preços discriminantes, foi possível verificar: *i*) uma maior variância das propostas em leilões com preço único, comparativamente aos leilões com preço discriminante; *ii*) maiores receitas totais do leiloeiro em leilões com preço único, desde que a proporção de propostas rejeitadas seja reduzida; *iii*) que não se confirma o postulado da função de utilidade linear. Porém, desde então a literatura existente sobre o assunto multiplicou-se, como mostra Klemperer (1999) na revisão que efectua sobre a teoria dos leilões, cuja principal conclusão é inexistência de consenso nesta matéria. Com excepção para uma conclusão: “one size does not fit all”.

Para além da eficiência relativamente à afectação final do(s) bem(ns), a avaliação do desempenho dos leilões faz-se comparando o nível de receita arrecadado pelo leiloeiro. Se verificados os pressupostos do Teorema da Equivalência da Receita,¹³⁵ optar por um dos tipos de leilão referidos é irrelevante:

Teorema da Equivalência da Receita (RET)¹³⁶ – Supondo compradores neutros face ao risco, com valorizações independentes¹³⁷ e identicamente distribuídas, e que nenhum deles procura mais do que uma unidade de um bem indivisível, então:

- qualquer mecanismo em que i) o prémio é sempre atribuído aos compradores com as maiores valorizações e ii) qualquer comprador com a menor valorização possível tem um excedente esperado igual a zero, dá origem à mesma receita esperada (e implica que cada comprador faça o mesmo pagamento esperado, em função da sua proposta).

Como facilmente se depreende, as hipóteses subjacentes a este teorema são demasiado restritivas para se verificarem. No caso concreto do leilão para licenças de emissão de CO₂, não é verdade que os participantes procurem apenas uma unidade do bem, para além de não ser expectável que nele participem apenas sujeitos neutros face ao risco. Por outro lado, para as licenças de emissão de CO₂ a maximização da receita é um objectivo do leiloeiro mas surge a par da minimização dos custos de abatimento do objectivo ambiental estipulado (eficiência). Logo, ao invés de irrelevantes, como implica o RET, as regras do leilão a implementar, por parte do responsável de política,

¹³⁵ RET – Revenue Equivalence Theorem.

¹³⁶ Uma demonstração simples deste teorema e seu significado é feita por Klemperer (1999), no apêndice A.

¹³⁷ Cada sujeito conhece o valor que o objecto leilado tem para si, mas não sabe qual o valor que os restantes participantes lhe atribuem. Ou seja, estamos perante um leilão de valor privado, como definimos no início desta secção.

podem revelar-se cruciais, não existindo um suporte teórico que justifique uma equivalência real entre os diferentes leilões, em condições diferentes das postuladas no RET.

A revisão que fazemos de seguida, acerca das implicações de diferentes regras sobre o resultado final do leilão, limita-se ao caso em que se transaccionam múltiplas unidades e não apenas uma. Esta é uma característica dos leilões de direitos de emissão de CO₂ (ou quaisquer outros gases com efeito de estufa) e que constitui uma diferença essencial face aos leilões habitualmente mais estudados na literatura. Esta é uma área onde se registam alguns resultados controversos e, portanto, a investigação continua em busca de consensos. No entanto, e independentemente de todas as considerações acerca das dificuldades de escolha e aplicação prática do melhor tipo de leilão para a distribuição inicial de direitos de emissão, a sua utilização, em detrimento do *grandfathering*, é cada vez mais recomendada.

O relatório de Holt *et al.* (2007) apresenta inúmeros estudos que se seguiram ao trabalho pioneiro de Vickrey (1961) na área da teoria dos leilões. Fazem-no para avaliar e produzir recomendações para o caso particular de leilões de direitos de emissão de CO₂ americano, ou seja, para atingirem um objectivo semelhante ao nosso. O estudo bastante exaustivo da literatura teórica, empírica e experimental sobre leilões, realizado por estes autores, visa fundamentar as recomendações para as regras adequadas ao leilão de CO₂ no âmbito da RGGI. Holt *et al.* (2007) realizam ainda um conjunto de experiências laboratoriais próprias, para os diferentes tipos de leilões, sendo estes os testes mais “limpos” que se pode fazer ao seu desempenho, nas palavras de Whitford (2007), dada a capacidade das mesmas em modelizarem a estrutura de cada mecanismo. A possibilidade de examinar as diferenças face ao comportamento de equilíbrio previsto e calibrar os diferentes mecanismos, através de alterações nos mesmos, é uma vantagem substancial desta metodologia.

Para além de considerarem o caso particular de leilões para múltiplas unidades, Holt *et al.* (2007) contemplam ainda a questão da validade intertemporal dos direitos de emissão de CO₂ adquiridos no leilão (possibilidade de *banking* e/ou *borrowing*) e o facto de poderem ser, posteriormente, transaccionados num mercado organizado para o efeito. Estas são características da instituição que podem influenciar o comportamento dos participantes no leilão e, portanto, devem ser consideradas no momento da sua criação – como acontece em Holt *et al.* (2007) e no presente estudo. A inclusão explícita de um mercado secundário depois do leilão era, aliás, uma necessidade apontada, por

exemplo, por Milgrom e Weber (1982) que destacavam o pressuposto de propostas de compra/venda em leilões feitas de forma isolada um aspecto negativo da generalidade das análises anteriores. Apontavam-na mesmo como uma hipótese muito pouco razoável para a maioria das situações reais, referindo a necessidade de aumentar o conhecimento acerca do impacto de mercados de revenda, após a aquisição dos bens no leilão. A modelização explícita desta possibilidade de revenda, após participação no leilão, leva Ausabel e Cramton (1999) a concluir que a ordenação relativa dos diferentes tipos de leilões, quer no que respeita ao montante de receitas arrecadadas quer quanto à eficiência dos resultados obtidos, vem substancialmente alterada. Aliás, consideram que maiores receitas arrecadadas implicam também maior eficiência, e não uma qualquer relação de *trade-off* entre estes dois objectivos. Ausabel e Cramton (1999) demonstram que, num modelo com revenda perfeita, o leilão de Vickrey com preço de reserva consegue maior nível de receitas do que o leilão com preço uniforme mas também ultrapassa o leilão com preços discriminantes. O presente estudo contribuirá para perceber as consequências da existência de um mercado de revenda após leilão, em condições próximas do EU ETS.

No momento de concepção de leilões para direitos de emissão, a definição da frequência com que ocorrem surge igualmente como uma questão pertinente. Se leilões anuais ou ainda com maior frequência são habitualmente recomendáveis para não implicarem um esforço financeiro exagerado às empresas reguladas, a sua repetição frequente levanta problemas relacionados com a possibilidade de conluio entre os participantes.¹³⁸ Todas estas características são incluídas por Holt *et al.* (2007) na avaliação de cinco formatos alternativos para o leilão a implementar no RGGI, dois estáticos e três dinâmicos,¹³⁹ através da metodologia experimental. Nos dois primeiros incluem-se o leilão estático com preço único e com preço discriminante e os restantes são o leilão inglês, holandês e que os autores designam por anglo-holandês, por incluir características de ambos.¹⁴⁰ Holt *et al.* (2007) comparam sobretudo o seu desempenho no que respeita à descoberta de preço, ou seja, à forma como cada tipo de leilão garante, por um lado, que o preço final reflecta efectivamente o valor de mercado dos direitos de

¹³⁸ Da comparação efectuada por Fabra (2003), entre leilões com preços uniformes e discriminantes, num modelo que inclui de forma explícita a repetição de leilões, verifica-se maior conluio nos primeiros.

¹³⁹ Para além destes cinco tipos de leilões, Holt *et al.* (2007) testaram mais alguns, ainda que de forma menos exaustiva, com o objectivo, sobretudo, de representar alguns dos formatos usados nos EUA. Não nos referimos a eles no texto porque os próprios autores acabam por conduzir o trabalho e apresentar as conclusões focando apenas os cinco primeiros.

¹⁴⁰ Até um determinado número de unidades, o preço vai aumentando, de forma idêntica ao leilão inglês. Atingindo o nível pré-determinado, são distribuídas pelos participantes as unidades vendidas, de acordo com as mesmas regras do leilão inglês. As restantes unidades são distribuídas de forma semelhante ao leilão holandês.

emissão e, por outro, que o comportamento de conluio seja limitado. A transparência, facilidade de administração e compreensão pelos participantes, geração de receitas e eficiência são igualmente aspectos considerados por estes autores na avaliação dos diferentes tipos de leilão.

Da análise dos resultados experimentais obtidos, Holt *et al.* (2007) recomendam a implementação de um leilão estático com preço uniforme. O bom desempenho deste tipo de leilão, revelado pelos resultados, associado à familiaridade das empresas reguladas com o mesmo, levam Holt *et al.* (2007) a elegê-lo para o leilão dos direitos de emissão de CO₂ do RGGI. A sua simplicidade, transparência e tendência para a aquisição dos títulos necessários, através de propostas próximas dos valores de uso, são os principais motivos subjacentes a esta recomendação. O estudo coordenado por Neuhoff e Matthes (2008) apresenta proposta semelhante para o leilão a implementar no EU ETS e o leilão parcial de licenças de CO₂ realizado pela Irlanda em 2006 seguiu igualmente este formato.

Esta é, no entanto, uma recomendação que contraria a teoria sobre leilões para múltiplas unidades e a própria sugestão de Holt (2006) a favor de leilões dinâmicos para direitos de emissão, com base em diversos exemplos da história recente que analisa. Ausabel e Cramton (1998) demonstram igualmente a ineficiência dos leilões com preço único para múltiplas unidades. Neste tipo de leilões, as propostas aceites têm uma probabilidade positiva de afectarem o preço de equilíbrio, pelo que os participantes têm interesse em reduzir a sua procura, eliminando dessa forma a simplicidade e eficiência que habitualmente lhes estão associadas. Omitindo a sua procura por unidades adicionais, o participante reduz o preço esperado pago pelas primeiras unidades, sendo este um comportamento mais acentuado e proveitoso para participantes de maior dimensão. A ineficiência daqui resultante é comparada por Ausabel e Cramton (1998) às perdas do monopólio, com os sujeitos de maior dimensão a perderem algumas unidades para os mais pequenos, mesmo que lhes atribuam maior valor.

A previsão teórica de redução da procura em leilões com preço único para múltiplas unidades, comparativamente com o leilão de Vickrey, é confirmada pela evidência recolhida no estudo de List e Lucking-Reiley (2000). As receitas arrecadadas com os dois formatos de leilão não são significativamente diferentes, de acordo com estes autores, pelo que não existe qualquer *trade-off* entre os ganhos de eficiência do leilão de Vickrey e as receitas do leiloeiro.

Defrontamo-nos, portanto, com uma discrepância entre as recomendações

teóricas e a evidência experimental e empírica quanto à escolha do melhor formato de leilão a utilizar para situações próximas da que pretendemos representar. Esta divergência torna-se ainda mais acentuada quando tomamos em consideração o trabalho de Ausabel (2004) e as suas conclusões. Este autor começa por salientar que os modelos existentes para leilões de múltiplas unidades homogéneas não respeitavam duas recomendações teóricas fundamentais, totalmente aceites e consensuais para leilões de apenas uma unidade. Em primeiro lugar, a necessidade de estruturar o leilão por forma a garantir que o preço pago pelo vencedor seja independente da sua própria proposta (leilão de Vickrey). Em segundo lugar, fazê-lo de uma forma “aberta”, com o objectivo de maximizar a informação disponibilizada a cada participante no momento em que faz as suas propostas. Ausabel (2004) refere que a preferência por leilões do tipo inglês, para apenas uma unidade, se justifica precisamente por reunirem estes dois requisitos.¹⁴¹ Este autor, constatando que em leilões para múltiplas unidades homogéneas essas duas recomendações não são respeitadas, propõe-se definir um modelo que o faça. Ausabel (2004) atinge efectivamente os seus objectivos, demonstrando ter encontrado um modelo que produz os mesmos resultados que o leilão de Vickrey, mas que tem uma maior simplicidade e preserva melhor a privacidade das valorizações dos participantes, como é desejável que aconteça nos leilões.

Mesmo para leilões com múltiplas unidades, assimetria dos participantes, reduzida concorrência entre eles e possibilidade de revenda das unidades adquiridas no leilão, o formato defendido por Ausabel (2004) elimina o problema de ver vendidos bens idênticos a preços diferentes, como acontecia com a proposta de Ausabel e Cramton (2004) - leilão de Vickrey com um preço de reserva. Por outro lado, o facto da eficiência do leilão proposto por Ausabel e Cramton (2004) ser conseguida com os maiores participantes no mercado a adquirirem as unidades aos menores preços, cria dificuldades práticas de aceitação desta proposta que são ultrapassadas com a proposta de Ausabel (2004). Em termos teóricos não encontramos um modelo aplicável ao nosso desenho experimental que fosse mais eficiente que o de Ausabel (2004), portanto, este surge como a única opção fundamentada a efectuar.

As experiências laboratoriais existentes para o desenho proposto por Ausabel (2004) não contemplam o caso específico de leilão de direitos de emissão poluentes, isto é, características como o mercado para revenda ou a possibilidade de *banking*, mas

¹⁴¹ Esta é uma evidência claramente demonstrada nos trabalhos de McAfee e McMillan (1987) e de Milgrom (1987), apontados por Ausabel (2004) como excelentes estudos de levantamento e revisão sobre teoria dos leilões.

comparam o seu desempenho com outros tipos de leilões. Kagel e Levin (2001), por exemplo, testam experimentalmente o comportamento dos participantes em leilões para múltiplas unidades de um bem homogéneo com três formatos distintos: leilão com preço único estático e dinâmico e o leilão proposto por Ausabel (2004). O principal objectivo destes autores é comparar a dimensão da redução da procura em cada um dos formatos, respectivo impacto sobre as receitas do regulador e eficiência económica do leilão. Com base nos resultados experimentais obtidos, Kagel e Levin (2001) concluem que o leilão dinâmico de preço único se aproxima mais do preço e quantidade de equilíbrio do que a sua versão estática, e consideram que a disponibilidade de informação acerca do comportamento (desistências) dos participantes na versão dinâmica do leilão justifica a diferença encontrada. Verificam ainda que a versão dinâmica do leilão de Vickrey, proposta por Ausabel (2004), melhora a eficiência económica face aos leilões com preço único, porque elimina a redução da procura, mas permite arrecadar um menor nível de receitas.

Engelmann e Grimm (2004), por seu lado, para além dos três tipos de leilão analisados por Kagel e Levin (2001), incluem no seu estudo experimental dois formatos adicionais de leilão estáticos: o de Vickrey e preços discriminantes. Concluem que a redução na procura é mais frequente nos leilões com preço uniforme – confirmando os resultados anteriores – mas que também ocorre no leilão de Ausabel, contrariamente ao previsto. No entanto, a redução da procura neste leilão diminui significativamente com o decorrer da experiência pelo que a eficiência do mesmo, na parte final da sessão, é muito superior à eficiência dos leilões com preço uniforme e com preço discriminante. No que respeita à receita arrecadada, Engelmann e Grimm (2004) concluem que esta é mais elevada em formatos estáticos do que dinâmicos, confirmando a existência, não antecipada ou explicada teoricamente, de um *trade-off* entre receita e eficiência obtidas pelo leilão de Ausabel e pelo leilão com preço uniforme.

Também Manelli *et al.* (2006) testam experimentalmente o leilão dinâmico proposto por Ausabel (2004) para múltiplas unidades, comparando-o com a estrutura estática correspondente, proposta por Vickrey (1961). O seu objectivo é semelhante a experiências anteriores, para uma única unidade, que comparavam o comportamento do leilão (dinâmico) inglês e o *second-price auction* (estático): verificar se os resultados experimentais confirmam as previsões teóricas de equivalência entre os dois formatos. No entanto, Manelli *et al.* (2006) constatam que, tal como as propriedades teóricas dos leilões para uma única unidade não se podem transpor para o caso de múltiplas unidades

de forma linear, também os comportamentos observados em ambientes laboratoriais para leilões de uma única unidade nem sempre se verificam em ambientes com a transacção de múltiplas unidades. Nomeadamente, a transparência das propostas sinceras, em leilões do tipo inglês com valores privados que resultam em resultados laboratoriais eficientes, não é uma característica partilhada pelo desenho análogo para múltiplas unidades. Manelli *et al.* (2006) constatam que os participantes no leilão de Ausabel, tal como no de Vickrey, não revelam o verdadeiro valor de cada unidade, fazendo propostas demasiado elevadas. Ou seja, contrariamente aos resultados obtidos nas experiências anteriores, estes autores registam receitas mais elevadas mas menor eficiência – sendo a do leilão de Ausabel inferior à de Vickrey.

Esta divergência entre os resultados experimentais de Manelli *et al.* (2006) e Kagel e Levin (2001), por exemplo, pode dever-se às diferenças no desenho experimental adoptado nestes dois estudos. Para uma oferta fixa de três unidades, e sujeitos com valorização apenas para duas (correspondentes à sua capacidade máxima), Kagel e Levin (2001) limitavam as propostas de compra dos participantes a duas unidades, mesmo que com prejuízo. Por seu lado, Manelli *et al.* (2006) permitiam a compra da totalidade de unidades colocadas à venda no leilão – as mesmas três -, ainda que isso implicasse prejuízo para os sujeitos, com valorização apenas para duas unidades. Porque alguns participantes usufruíram dessa opção e adquiriram a terceira unidade, sem valor para si, verificou-se uma perda de eficiência, inexistente em Kagel e Levin (2001). No entanto, Manelli *et al.* (2006) concluem que os seus resultados experimentais para o leilão de Ausabel podem ser sensíveis ao número de participantes e de unidades leiloadas. Pelo facto de serem leiloadas três unidades entre três participantes, um comportamento agressivo com propostas de compra para as três unidades faz com que um sujeito impeça os seus concorrentes de ter acesso a qualquer unidade do bem e apenas corra o risco de ficar com uma unidade de que não necessita. No entanto, atingir este mesmo objectivo com um maior número de unidades leiloadas e participantes, seria uma estratégia bastante mais arriscada e difícil.

As experiências laboratoriais realizadas por Kagel e Levin (2009), para o caso de valores privados puros, indiciam, por seu lado, uma superioridade do leilão de Ausabel face ao de Vickrey (para múltiplas unidades), no que respeita à obtenção das propostas mais verdadeiras. Salientam, porém, que para estes resultados contribui não apenas a introdução do formato dinâmico para o leilão mas, sobretudo, a informação dada no decorrer do mesmo, sobre as desistências que ocorrem a cada preço, bem como as

respectivas unidades atribuídas. Esta conclusão de Kagel e Levin (2009) surge da comparação entre tratamentos experimentais que representavam o leilão de Ausabel com informação completa e incompleta. A superioridade do primeiro face ao leilão com informação incompleta e ao leilão estático de Vickrey, leva Kagel e Levin (2009) a identificarem um possível *tradeoff* entre a simplicidade e transparência de um mecanismo de leilão e a robustez do conceito de solução encontrada, sobretudo quando os agentes estão ainda numa fase de aprendizagem sobre o mecanismo em questão ou não são totalmente racionais.

Apesar destes resultados experimentais não consensuais, o modelo proposto por Ausabel (2004) é, em termos teóricos, equivalente ao de Vickrey para múltiplas unidades. Portanto, as regras propostas para este leilão conduzem, teoricamente, ao resultado mais eficiente e têm a vantagem de ser mais simples de implementar. No entanto, apesar do elevado número de tratamentos e sessões experimentais realizados por Holt *et al.* (2007), o leilão de Ausabel (2004), referido no relatório daqueles autores como muito eficiente, não é um dos formatos testados experimentalmente para o leilão de licenças de emissão de CO₂. Com vista a colmatar esta lacuna, decidimos utilizá-lo no nosso desenho experimental, procurando verificar a sua adequabilidade ao leilão das licenças de emissão de CO₂, numa instituição próxima do EU ETS. Por esse motivo, e para uma compreensão mais detalhada das regras de funcionamento deste tipo de leilão, efectuamos de seguida uma descrição formal e mais exhaustiva do mesmo.

4.3.1 – O leilão de Ausabel

Como dissemos atrás, a proposta de Ausabel (2004) consiste num leilão dinâmico, para múltiplas unidades, com resultados semelhantes ao leilão estático de Vickrey (1961). Neste último, os participantes submetem simultaneamente as suas propostas de compra para diferentes unidades. Estas são atribuídas aos sujeitos com as melhores propostas, ou seja, as que oferecem o preço mais elevado. O preço pago pelas unidades ganhas corresponde à soma das maiores propostas feitas pelos concorrentes eliminados pela proposta vencedora. Ou seja, o preço pago no leilão é independente da proposta do próprio sujeito, correspondendo assim ao leilão de segundo preço para a venda de um único bem. O modelo de Ausabel (2004) corresponde ao leilão inglês, mas para múltiplas unidades: o leiloeiro começa por propor um preço relativamente baixo e os

participantes indicam a quantidade que pretendem adquirir a esse mesmo preço. A distinção entre este modelo e o leilão inglês está na forma de atribuição das unidades oferecidas: a cada preço proposto pelo leiloeiro, é calculada, para todos os participantes, a diferença entre a oferta disponível e a procura residual. Se positiva, essa é a quantidade adquirida pelo sujeito ao preço proposto. Enquanto existirem unidades por vender, o processo continua com o leiloeiro a aumentar o preço proposto. Assim, neste modelo os participantes propõem comprar unidades para cada preço que vai sendo anunciado, enquanto no leilão de Vickrey vão propondo preços para as unidades que pretendem adquirir.

Os leilões de Vickrey e Ausabel são equivalentes no tocante ao respeito pelo pressuposto de que o preço pago pelos vencedores do leilão é independente das suas próprias propostas. Porém, enquanto modelo dinâmico, o leilão de Ausabel respeita ainda a condição referente ao proveito máximo da informação disponibilizada aos participantes, permitindo assim uma aprendizagem que não é possível nos formatos estáticos como o de Vickrey. A representação formal do modelo de Ausabel (2004) é a que a seguir se explica.

Supõe-se um vendedor, interessado em vender M unidades de bens homogêneos entre n compradores, $N=\{1, \dots, n\}$. A cada comprador i pode ser entregue qualquer quantidade x_i do bem, pertencente ao conjunto X_i , desde que $\sum_{i=1}^n x_i \leq M$. A utilidade do comprador i para a quantidade x_i que adquire é igual ao seu valor privado $U_i(x_i)$ menos o pagamento total, y_i , que é obrigado a fazer: $U_i(x_i) - y_i$. A função de utilidade marginal (decrecente) de cada comprador pode ser informação pública ou privada, consistindo o primeiro caso num jogo de informação completa e, o segundo, de informação incompleta. Tendo em conta que a instituição que pretendemos representar experimentalmente consiste num jogo de informação incompleta, referimo-nos doravante apenas a este caso.

O modelo de Ausabel (2004) assenta em duas restrições, por questão de simplicidade, apesar de nenhuma delas ser necessária para a verificação dos resultados: 1) impõe-se que os participantes façam propostas de acordo com curvas de procura negativamente inclinadas e; 2) que, a qualquer preço, não se proponham comprar menos do que as unidades já adquiridas a preços anteriores (equações 1 e 5).

Sendo este um leilão correspondente a um jogo dinâmico em tempo discreto, a cada momento $t = 0, 1, 2, \dots, T$ é comunicado um preço $p^t=t$ aos n participantes que

respondem propondo comprar uma quantidade $x_i^t \in X_i$. E, como dissemos, por uma questão de simplicidade, os participantes são obrigados a efectuar propostas monótonas:

$$(1) \text{ Regra de actividade monótona: } x_i^t \leq x_i^{t-1}, \forall i=1, \dots, n \text{ e } \forall t=1, \dots, T.$$

O momento final T , a partir do qual é encerrado o leilão, de forma exógena, é escolhido por forma a não ser restritivo, ou seja, $T > \bar{u}$.

Supondo que ao preço inicial se verifica que $\sum_{i=1}^n x_i^0 > M$, o leilão continua até que desapareça o excesso de procura ou que seja atingido o momento T . Ou seja, depois de cada momento $t = 0, 1, 2, \dots, T$ o leiloeiro verifica se $\sum_{i=1}^n x_i^t \leq M$ e só quando tal acontece o período actual t é considerado o último do leilão, $L=t$. Nessa altura, a cada comprador i é destinada a quantidade final x_i^* que satisfaça a condição $x_i^t \leq x_i^* \leq x_i^{L-1}$ e $\sum_{i=1}^n x_i^* = M$. No entanto, se ainda houver excesso de procura e $t < T$ o leilão prossegue para o período $t+1$, com o preço p^{t+1} e o processo repete-se.

Em qualquer momento t , Ausabel (2004) define o vector referente às unidades já garantidas/adquiridas, $\{C_i^t\}_{i=1}^n$, da seguinte forma:

$$(2) C_i^t = \max \left\{ 0, M - \sum_{j \neq i} x_j^t \right\} \text{ para qualquer } t=0, \dots, L-1 \text{ e } i=1, \dots, n$$

Para o último período do leilão, L , esse mesmo vector corresponde a

$$(3) C_i^L = x_i^*, \text{ sendo } x_i^* \text{ a quantidade final atribuída ao comprador } i.$$

Por sua vez, o vector das unidades adquiridas no período corrente t , $\{c_i^t\}_{i=1}^n$, é definido como a diferença entre a quantidade acumulada no momento t e no momento $t-1$:

$$(4) c_i^t = C_i^t - C_i^{t-1}, \text{ com } t=1, \dots, L \text{ e } c_i^0 = C_i^0 \text{ para qualquer } i=1, \dots, n$$

Com o intuito de simplificar a apresentação do seu modelo, Ausabel (2004) impede que as propostas de compra em qualquer momento sejam menores que a quantidade já garantida ao preço anterior.

$$(5) x_i^t \geq C_i^{t-1} \text{ para qualquer } i=1, \dots, n \text{ e } t=1, \dots, T.$$

A regra de pagamento definida por Ausabel (2004) neste leilão é a de que os

sujeitos devem pagar por cada unidade o preço ao qual ela lhe foi atribuída.¹⁴²

$$(6) \quad y_i = \sum_{t=0}^L p^t c_i^t$$

Obviamente que, se $\sum_{i=1}^n x_i^0 < M$ para o primeiro preço proposto pelo leiloeiro, a cada participante é atribuída a quantidade x_i^0 ao preço inicial.

Por outro lado, Ausabel (2004) salienta a necessidade de clarificar as hipóteses subjacentes ao desenho do leilão a implementar, no que respeita ao nível de informação disponível para os participantes, pois tal pode originar diferentes resultados neste jogo. Considerando $h^t \equiv \{x_1^{t'}, \dots, x_n^{t'}\}_{t' < t}$ como a história do jogo anterior ao momento t e h_i^t o sumário da história que é disponibilizada ao participante i , antes de efectuar as suas próprias propostas, este autor define três cenários principais:

- Informação total acerca das propostas feitas: ou seja, o sumário da história observável pelo comprador i é $h_i^t \equiv \{x_1^{t'}, \dots, x_n^{t'}\}_{t' < t}$, o que significa que possui a história completa sobre todas as propostas feitas por cada um dos compradores.
- Informação agregada das propostas efectuadas: ou seja, o sumário da história do leilão observado pelo comprador i é $h_i^t \equiv \left\{ \sum_{j=1}^n x_j^{t'} \right\}_{t' < t}$ e corresponde a toda a história da procura agregada por parte do conjunto dos jogadores.
- Nenhuma informação sobre as propostas efectuadas: o sumário da história observável pelo comprador i é $h_i^t = 1$ se $\sum_{j=1}^n x_j^{t-1} > M$ e 0 enquanto o leilão estiver ainda aberto.

Para qualquer um destes cenários, H_i^t é o conjunto de todas as histórias possíveis, observadas pelo participante i no momento t . Ausabel (2004) define a estratégia $\sigma_i : \{0, \dots, T\} \times H_i^t \rightarrow X_i$ do sujeito i ($i=1, \dots, n$) como qualquer função dos períodos e histórias observáveis relativas às quantidades consistentes com as restrições

¹⁴² A equação (6) corresponde à formalização em tempo discreto que temos vindo, implicitamente, a fazer. A expressão equivalente para jogos de tempo contínuo seria $y_i = \int_0^L p(t) dC_i(t)$. Destacamos a equação (6) e não esta aqui apresentada em rodapé apenas porque a aplicação que fazemos do leilão de Ausabel (2004), no laboratório, é igualmente em tempo discreto.

impostas às propostas que podem efectuar, e o *espaço das estratégias* \sum_i como o conjunto de todas essas funções $\sigma_i(t, h_i^t)$.

Para além de ser necessário definir o tipo de informação disponibilizada, se disponibilizada, acerca da quantidade procurada a cada momento no mercado, Ausabel (2004) destaca um outro aspecto que tem de ser clarificado: o tipo de informação de que os participantes dispõem sobre a valorização dos seus concorrentes para cada unidade. Em relação a este aspecto, Ausabel (2004) define o seu modelo em contexto de informação completa ou incompleta. No primeiro caso, cada participante conhece perfeitamente as funções $\{U_j(\cdot)\}_{j=1}^n$ o que, se associado a informação total acerca da procura, corresponde a um subjogo com equilíbrio perfeito. Pelo contrário, no modelo de Ausabel com informação incompleta sobre a procura e valores privados, cada participante i é apenas informado da sua própria função de valorização U_i e a probabilidade de distribuição conjunta $F(\cdot)$ a partir da qual são retiradas as funções $\{U_j(\cdot)\}_{j=1}^n$. Neste caso, e no contexto de um jogo dinâmico como é o de Ausabel, verifica-se um equilíbrio perfeito *ex-post*, que impõe a seguinte condição em qualquer período do leilão:

Equilíbrio perfeito ex-post: a n -ésima estratégia $\{\sigma_i\}_{i=1}^n$ possui um equilíbrio perfeito *ex-post* se, para cada momento t , após qualquer história h^t , e para cada realização $\{U_i\}_{i=1}^n$ de informação privada, a n -ésima $\{\sigma_i(\cdot, \cdot | t, h_i^t, U_i)\}_{i=1}^n$ de estratégias continuadas constitui um equilíbrio de Nash, de cujo jogo a realização de $\{U_i\}_{i=1}^n$ é conhecimento comum.

Para valores privados,¹⁴³ Ausabel (2004) demonstra que, no leilão com o desenho proposto, as propostas sinceras por parte dos participantes são um equilíbrio perfeito *ex-post*. Ou seja, os participantes apenas fazem propostas de compra para aquilo que consideram ter valor para si, originando um resultado eficiente, semelhante ao leilão de Vickrey. Esta definição de propostas sinceras é feita da seguinte forma:

A procura sincera do sujeito i ao preço p é:
 $Q_i(p) \equiv \inf \{ \arg \max_{x_i \in X_i} \{U_i(x_i) - px_i\} \}$. A licitação sincera é a estratégia em que, sujeito às restrições impostas pela regra da monotonicidade e pelas

¹⁴³ Limitamos a apresentação formal dos resultados de Ausabel (2004) ao caso dos valores privados puros, por ser este que analisamos no resto do capítulo, em aplicação ao mercado dos direitos de emissão de CO₂. Para mais detalhes sobre leilões com valores comuns, interdependentes, consultar as páginas 1464-1468 de Ausabel (2004), dedicadas a esse caso particular e respectivas limitações do desenho proposto.

quantidades previamente garantidas, o participante i licita a sua procura sincera em qualquer momento t e depois de qualquer história h_i^t :

$$(7) \quad x_i^t = \min\{x_i^{t-1}, \max\{Q_i(p^t), C_i^{t-1}\}\}, \text{ para qualquer } t=1, \dots, T, \text{ e } x_i^0 = Q_i(p^0).$$

A definição de propostas sinceras de Ausabel é feita por forma a garantir que os compradores nunca licitam mais do que a quantidade proposta ao preço anterior e nunca propõem menos do que a quantidade já atribuída a preços anteriores. Com base nesta definição, Ausabel (2004) define o seu primeiro teorema:

Teorema 1: No leilão alternativo para licitações crescentes com valores privados, propostas sinceras por parte de todos os participantes constituem um equilíbrio perfeito *ex post*, originando o resultado eficiente do leilão de Vickrey¹⁴⁴. Adicionalmente, sem informação sobre as propostas feitas, a licitação sincera é uma estratégia fracamente dominante para qualquer comprador, depois de qualquer história.

Assumindo informação incompleta, Ausabel (2004) acrescenta uma outra hipótese, que define da seguinte forma:

Para qualquer número inteiro não-negativo k , considere-se $\Phi(k)$ o conjunto de todas as funções fracamente decrescentes $\varphi: X_i \rightarrow \{0, \dots, k\}$. No modelo de valores privados com informação incompleta, o sujeito j satisfaz a hipótese de apoio-total se existir $\bar{u}_j \geq 0$ de tal forma que a distribuição de probabilidade de onde é retirada a função do valor marginal $u_j(\cdot)$ tenha um suporte igual ao conjunto total $\Phi(\bar{u}_j)$.

A introdução desta hipótese tem por objectivo garantir que, caso uma proposta sincera seja feita, $x_j(t)$ no momento t , exista uma probabilidade positiva de que a próxima proposta sincera satisfaça $x_j(t+1) > x_j(t) - \varepsilon$ e uma probabilidade positiva de que a próxima proposta sincera satisfaça $x_j(t+1) < x_j(t) + \varepsilon$ para qualquer $\varepsilon > 0$. Caso esta hipótese de “apoio total” se verifique para todos os sujeitos $j \neq i$ isso significa que qualquer proposta por parte do sujeito i é relevante.

Definida esta hipótese, estamos então em condições de apresentar o segundo teorema de Ausabel (2004):

Teorema 2: Com valores privados, informação incompleta e a hipótese de

¹⁴⁴ No entanto, o próprio autor reconhece a existência de outros equilíbrios possíveis, para além do equilíbrio das propostas sinceras.

apoio total, a licitação sincera por parte de todos os participantes é o único resultado de uma estratégia fracamente dominante de eliminação iterada neste leilão alternativo de licitações crescentes.

Estes resultados de Ausabel estão na base de algumas das nossas hipóteses experimentais. Partindo de um desenho experimental como o que descrevemos na secção seguinte, procuramos aferir a realização, ou não, das vantagens do leilão proposto por Ausabel (2004), quando este é utilizado para um cenário tão específico como é o caso das licenças de emissão de CO₂. Como dissemos anteriormente, o presente estudo constitui a primeira aplicação deste formato de leilão para a afectação inicial dos direitos de emissão de CO₂. Nem o estudo de Holt *et al.* (2007), para o mercado americano (RGGI), nem o estudo dirigido por Neuhoff e Matthes (2008), para o EU ETS, testam o desempenho do leilão de Ausabel (2004). Nesse sentido, as sessões experimentais que realizamos são inovadoras e contribuem para alargar o âmbito desses estudos.

4.4 – DESENHO EXPERIMENTAL

A abordagem experimental que efectuamos, com vista a uma melhor compreensão da importância das regras adoptadas para o funcionamento do EU ETS, fez-se com base em dois tratamentos experimentais. Estes diferem apenas na forma de afectação inicial dos direitos de emissão, contemplando o primeiro a sua distribuição gratuita (*grandfathering*) e o segundo a sua distribuição através de leilão.

Todas as tarefas realizadas pelos participantes nas nossas experiências foram feitas em computador, tendo sido usado o software informático *zTree*, *Zurich Toolbox for Readymade Economic Experiments*, de Fischbacher (1999, 2007), para a sua programação. Dada a complexidade do mercado para transacção de direitos de emissão, implementar manualmente a experiência implicaria torná-la bastante mais demorada, ou até impraticável, para além de dificultar sobremaneira a organização dos dados recolhidos e posterior análise. Por outro lado, no contexto actual, o uso de computadores aumenta o poder de “atração” das experiências laboratoriais, facilitando assim o recrutamento dos participantes necessários.

Os dois tratamentos experimentais que contemplamos foram reproduzidos em quatro sessões distintas cada, com indivíduos diferentes nas oito sessões realizadas. Cada uma dessas sessões estava dividida em três partes distintas: *i*) questionário para caracterização sócio-económica; *ii*) eliciação da aversão ao risco; *iii*) participação no mercado para transacção de direitos de emissão. Esta última constituía, obviamente, o núcleo central de todas as sessões experimentais e as duas primeiras serviam, sobretudo, para efeitos de controlo. Porém, a eliciação da aversão ao risco constitui um aspecto inovador das nossas experiências, face às anteriormente realizadas sobre mercados para transacção de direitos de emissão, pelo que lhe daremos algum destaque na próxima secção.

No questionário com vista à caracterização sócio-económica dos participantes incluem-se questões sobre o próprio sujeito, por um lado, e sobre o seu agregado familiar, por outro. A caracterização dos sujeitos participantes nas experiências é feita através das respostas obtidas a questões sobre: *i*) idade; *ii*) sexo; *iii*) estado civil; *iv*) actual situação escolar (qual o curso frequentado, concluído ou não, média actual do curso, etc.); *v*) expectativas acerca do nível educacional que esperam atingir no futuro (licenciatura, pós-graduação, mestrado, doutoramento); *vi*) obtenção de alguma bolsa escolar ou outra ajuda financeira; *vii*) proveniência do aluno (estrangeiro ou ao abrigo de algum programa como Erasmus, Sócrates, etc.); *viii*) situação em termos de emprego (a tempo inteiro ou parcial); *ix*) nº de horas de trabalho semanais; *x*) salário mensal.

Acerca do agregado familiar dos participantes são colocadas as seguintes questões: *xi*) nº de pessoas que o constituem; *xii*) nível educacional completo pelo pai e pela mãe; *xiii*) rendimento mensal do agregado.

Só depois de respondido este questionário¹⁴⁵ se iniciam as tarefas experimentais que dão origem a recompensas monetárias, na segunda e terceira partes da sessão.

4.4.1 – Eliciação da aversão ao risco

Como dissemos, na segunda parte de todas as nossas sessões experimentais procede-se à eliciação das preferências dos participantes face ao risco. Em mercados com incerteza na procura, que se traduz habitualmente em grande volatilidade do preço dos títulos de emissão e possibilidade de penalizações por incumprimento, a atitude dos agentes face

¹⁴⁵ Do anexo 1 constam todos os ecrãs do zTree relativos ao questionário sócio-demográfico.

ao risco justifica a adopção, ou não, de determinadas estratégias de prevenção (especialmente através do *banking*). Por outro lado, comportamentos especulativos no mercado de transacção de títulos podem igualmente compreender-se melhor se conhecermos as preferências face ao risco dos participantes que os levam a cabo. Por isso, o cálculo *ex ante* dos *benchmarks* e da eficiência da instituição representada experimentalmente depende da atitude dos participantes face ao risco.¹⁴⁶ Os resultados obtidos nesta segunda parte das nossas sessões experimentais permitem aferir se, efectivamente, o comportamento de *banking*, na terceira parte da experiência, corresponde a uma determinada atitude face ao risco, como pressupunham, nomeadamente, Godby *et al.* (1997).

Apesar de tornar as sessões experimentais mais demoradas e mais complexas, por aumentar o número de tarefas a desempenhar pelos participantes, consideramos ser este um contributo importante para a análise dos resultados e uma mais-valia face a experiências anteriores.

A eliciação das atitudes face ao risco que efectuamos baseia-se em escolhas individuais dos sujeitos entre duas lotarias, A e B, dispostas numa Lista de Preços Múltiplos (MPL – *Multiple Price List*), sendo a segunda mais arriscada do que a primeira. Os prémios dessas lotarias são os utilizados por Holt e Laury (2002) nas sessões experimentais com pagamentos reduzidos. O desenho experimental desenvolvido por estes autores visava determinar as atitudes individuais face ao risco,¹⁴⁷ usando para o efeito os pagamentos constantes na tabela 4.1, mas em dólares, e valores 20x, 50x e 90x mais elevados. Esse procedimento teve por objectivo determinar o impacto da escala dos pagamentos sobre o nível de aversão ao risco dos sujeitos. Holt e Laury (2002) concluíram que a aversão ao risco é maior para níveis de pagamentos mais elevados mas que, ainda assim, cerca de 2/3 do total dos participantes nas experiências exibem aversão ao risco com os pagamentos mais reduzidos. Controlando os efeitos de ordem,¹⁴⁸ Harrison *et al.* (2005) e Holt e Laury (2005) chegam à mesma conclusão no que respeita ao impacto da escala de pagamentos sobre o nível de aversão ao risco dos sujeitos.

¹⁴⁶ Como salientam, por exemplo, Ben-David *et al.* (2000) que, por desconhecerem essas atitudes analisam os resultados experimentais com base em três cenários possíveis para o grau de aversão ao risco – aversão, neutralidade e propensão.

¹⁴⁷ A metodologia empregue por Holt e Laury (2002) – MPL – tem, obviamente, vantagens e desvantagens. Não é objectivo do presente trabalho contribuir para a literatura e debate acerca das metodologias mais adequadas para medir o risco. Mesmo cientes da divergência de resultados obtidos com os mesmos indivíduos perante diferentes situações de risco – ver Lee *et al.* (2008) – a obtenção desta informação, ainda que imperfeita, contribui para uma análise mais aprofundada do objecto de estudo do presente trabalho: o funcionamento do mercado para a transacção de direitos de emissão em contexto de incerteza.

¹⁴⁸ Relativos à realização de tarefas sequenciais idênticas, apenas com escalas de pagamento diferentes.

Tabela 4.1 – Valores esperados das lotarias A e B

Forma A				Forma B				E(A)	E(B)	E(A)-E(B)
Prob.	Prémio	Prob.	Prémio	Prob.	Prémio	Prob.	Prémio			
0,1	€2	0,1	€1,60	0,1	€3,85	0,1	€0,10	€1,64	€0,48	€1,17
0,2	€2	0,2	€1,60	0,2	€3,85	0,2	€0,10	€1,68	€0,85	€0,83
0,3	€2	0,3	€1,60	0,3	€3,85	0,3	€0,10	€1,72	€1,23	€0,49
0,4	€2	0,4	€1,60	0,4	€3,85	0,4	€0,10	€1,76	€1,60	€0,16
0,5	€2	0,5	€1,60	0,5	€3,85	0,5	€0,10	€1,80	€1,98	-€0,18
0,6	€2	0,6	€1,60	0,6	€3,85	0,6	€0,10	€1,84	€2,35	-€0,51
0,7	€2	0,7	€1,60	0,7	€3,85	0,7	€0,10	€1,88	€2,73	-€0,85
0,8	€2	0,8	€1,60	0,8	€3,85	0,8	€0,10	€1,92	€3,10	-€1,18
0,9	€2	0,9	€1,60	0,9	€3,85	0,9	€0,10	€1,96	€3,48	-€1,52
1	€2	1	€1,60	1	€3,85	1	€0,10	€2,00	€3,85	-€1,85

A adopção, no nosso desenho experimental, apenas da MPL com pagamentos reduzidos de Holt e Laury (2002) deve-se ao facto de esta ser uma parte marginal das experiências para o conjunto do nosso trabalho e, portanto, não lhe poderemos dedicar muito tempo em cada sessão experimental. O ecrã apresentado aos participantes nesta parte da experiência, correspondente a essa MPL, é o que consta da figura 4.2.

Decisão	Forma A	Forma B
1	<input type="checkbox"/> Se bola 1 recebe 2.00 Euros Se bola 2 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 recebe 3.85 Euros Se bola 2 a 10 recebe 0.10 Euros
2	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 2 recebe 2.00 Euros Se bola 3 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 2 recebe 3.85 Euros Se bola 3 a 10 recebe 0.10 Euros
3	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 3 recebe 2.00 Euros Se bola 4 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 3 recebe 3.85 Euros Se bola 4 a 10 recebe 0.10 Euros
4	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 4 recebe 2.00 Euros Se bola 5 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 4 recebe 3.85 Euros Se bola 5 a 10 recebe 0.10 Euros
5	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 5 recebe 2.00 Euros Se bola 6 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 5 recebe 3.85 Euros Se bola 6 a 10 recebe 0.10 Euros
6	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 6 recebe 2.00 Euros Se bola 7 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 6 recebe 3.85 Euros Se bola 7 a 10 recebe 0.10 Euros
7	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 7 recebe 2.00 Euros Se bola 8 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 7 recebe 3.85 Euros Se bola 8 a 10 recebe 0.10 Euros
8	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 8 recebe 2.00 Euros Se bola 9 a 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 8 recebe 3.85 Euros Se bola 9 a 10 recebe 0.10 Euros
9	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 9 recebe 2.00 Euros Se bola 10 recebe 1.60 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 9 recebe 3.85 Euros Se bola 10 recebe 0.10 Euros
10	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 10 recebe 2.00 Euros	<input type="checkbox"/> Se bola 1 a 10 recebe 3.85 Euros

Figura 4.2 – Ecrã do zTree com a Lista de Preços Múltiplos

Os participantes eram então confrontados com a escolha entre duas formas de pagamento: a forma de pagamento A com um prémio mais elevado de €2 e um prémio mais baixo de €1,60 e a forma de pagamento B com um prémio mais elevado de €3,85 e um prémio mais baixo de €0,10. Ou seja, a Forma A é constituída por pagamentos com menor variabilidade do que a Forma B, que é, por isso, a escolha mais arriscada.

Na decisão 1, a probabilidade de receber o prémio mais elevado é apenas de 1/10 para as duas formas de pagamento. Portanto, apenas sujeitos extremamente propensos ao risco escolheriam a Forma B. À medida que se desce na tabela, a probabilidade de receber o prémio mais elevado aumenta, pelo que se espera que os sujeitos passem a escolher a Forma de pagamento B. Como se pode ver na tabela 4.1, conforme Harrison *et al.* (2005), o valor esperado da opção B, $E(B)$,¹⁴⁹ passa a ser mais elevado a partir da decisão 5 pelo que, com estes valores, se espera que um sujeito neutro face ao risco escolha a Forma A nas quatro primeiras decisões e troque para a Forma B a partir da quinta decisão.

Para a decisão 10 espera-se que mesmo os sujeitos mais avessos ao risco optem pela Forma B, já que essa dá o prémio mais elevado de 3,85€, com toda a certeza. Ou seja, os ganhos desta decisão são determinísticos e a sua inclusão serve, sobretudo, para aferirmos se as condições da não-saciabilidade e saliência são satisfeitas.

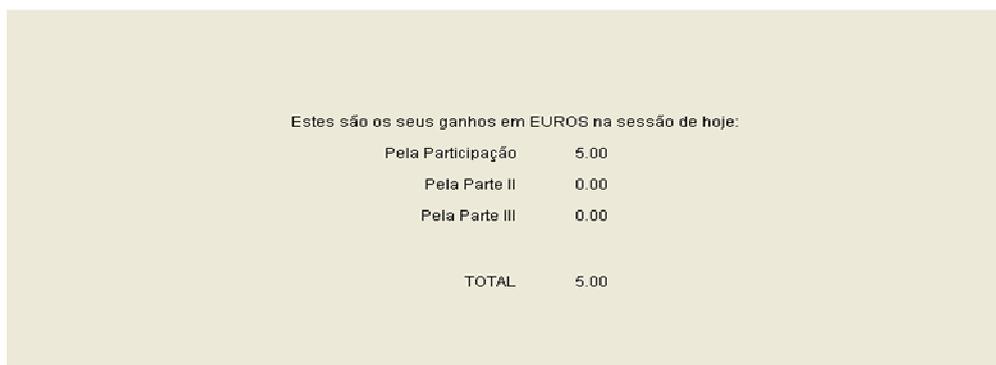
Na tarefa com que são defrontados nesta parte da experiência, os sujeitos podem optar livremente entre as formas de pagamento A e B para cada uma das decisões. Porém, o nosso desenho experimental introduz uma restrição às suas escolhas, que constitui uma diferença face ao desenho experimental de Holt e Laury (2002, 2005) e Harrison *et al.* (2005). Depois de optarem pela Forma B os sujeitos não podem voltar a escolher a Forma de pagamento A. Ou seja, foi imposta a consistência das escolhas dos sujeitos e evitado o problema de respostas erráticas por parte dos participantes e dificuldades inerentes ao seu tratamento. De igual forma se eliminou a possibilidade de não-resposta a qualquer uma das 10 decisões, introduzindo-se um *checker* no programa informático no final desta parte da sessão. Este não permitia que os sujeitos avançassem para a fase seguinte da experiência sem previamente terem optado por uma das formas de pagamento em todas as decisões.

Para a determinação dos ganhos desta parte da sessão experimental, os sujeitos são informados que apenas uma das 10 escolhas que efectuam é utilizada para efeitos de

¹⁴⁹ Considerando p a probabilidade de receber o prémio mais elevado e $(1-p)$ a probabilidade de receber o prémio mais baixo, para cada uma das formas de pagamento, em cada decisão, $E(A) = p*2+(1-p)*1.6$ e $E(B) = p*3.85+(1-p)*0.10$.

pagamento, tal como em Holt e Laury (2002). Ou seja, depois de optarem entre as Formas A ou B, para cada uma das 10 decisões, a decisão determinante para efeitos de pagamento é seleccionada *ex post*, de forma aleatória. Cada um dos participantes extrai uma das bolas de dentro de um saco, que previamente verificam conter bolas numeradas de 1 a 10. O número da bola retirada determina por qual das dez decisões o participante é pago. De seguida, a bola retirada é novamente introduzida no saco e cada participante volta a retirar uma bola de dentro do saco. O número agora extraído determina se recebe o prémio mais elevado ou o prémio mais baixo, de acordo com a forma de pagamento escolhida na decisão previamente seleccionada. Apenas para a decisão 10 não é necessário proceder à segunda extracção da bola uma vez que cada uma das opções dá o prémio mais elevado de certeza. Estes procedimentos são feitos individualmente e repetidos por cada um dos participantes.

Os ganhos assim obtidos na 2^a parte da experiência são adicionados, posteriormente, aos obtidos na 3^a parte e à taxa de participação de €5. No final da sessão, os participantes são informados acerca dos ganhos realizados:



Estes são os seus ganhos em EUROS na sessão de hoje:

Pela Participação	5.00
Pela Parte II	0.00
Pela Parte III	0.00
TOTAL	5.00

Figura 4.3 – Ecrã final do zTree com os ganhos totais da sessão

A taxa de participação é um pagamento certo que os sujeitos recebem por comparecerem na hora e local indicados e permanecerem até ao final da sessão. A forma de realizar ganhos na 3^a parte da sessão é explicada ao longo das secções que se seguem.

4.4.2 – O mercado experimental para transacção de direitos de emissão

Não se tratando de uma simulação das condições exactas de funcionamento do EU ETS, as regras do mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão que

representamos na 3^a parte de cada sessão experimental, procuram aproximar-se o mais possível do mesmo. Ainda que a Directiva 2003/87/CE contemple a possibilidade de leilão de 10% dos direitos de emissão, para a actual fase do mercado, a maioria dos Estados-Membros adopta o *grandfathering* como regra de distribuição inicial dos títulos. Daí que o nosso primeiro tratamento experimental adopte esta regra de afectação inicial das licenças de CO₂, sendo depois comparado com um tratamento em que essas licenças são leiloadas num leilão com o formato de Ausabel (2004).

4.4.2.1 – Instituição de mercado

No tratamento experimental cuja afectação inicial da totalidade dos direitos de emissão é gratuita, é distribuído, no início de cada um dos dez períodos, um determinado número de licenças de emissão por cada um dos oito participantes.¹⁵⁰ Esta é uma informação privada, ou seja, cada participante apenas conhece o número de títulos de emissão que lhe são atribuídos ao longo da sessão, desconhecendo a quantidade conferida aos restantes sujeitos, ainda que seja público o total de títulos existente em cada período. O *grandfathering* dos títulos é efectuado *ex-ante* pelo que não implica a realização de qualquer tarefa ou decisão por parte dos participantes, contrariamente ao que acontece no segundo tratamento experimental, em que os direitos de emissão são distribuídos através de leilão inicial.

No que à validade das licenças de emissão diz respeito, é permitido o *banking* mas não o *borrowing* – de acordo com a Directiva 2003/87/CE. Ou seja, é possível no início de cada período guardar alguma, ou algumas, das licenças para uso futuro mas não é possível usar no período actual títulos a que a empresa tem direito no futuro. A possibilidade de *banking* de títulos introduz, portanto, uma ligação dinâmica entre períodos, com implicações para a determinação das referências teóricas e análise dos resultados experimentais.

No tratamento com *grandfathering*, a decisão de *banking* é a primeira tarefa experimental com que os participantes se defrontam na 3^a parte da sessão. No ecrã que a seguir se apresenta, os sujeitos têm de indicar se pretendem usar a totalidade de licenças de emissão que lhe são dadas para o período em questão ou se pretendem guardar

¹⁵⁰ Quer o número de participantes, quer o número de períodos, quer o número de títulos distribuídos são fixos e constantes ao longo da sessão.

alguma(s) para períodos posteriores.¹⁵¹ De acordo com as regras que estabelecemos, podem decidir usar no mínimo 0 unidades e no máximo as unidades que necessitam para o período em questão.¹⁵² O último período da sessão é a exceção, já que os sujeitos são obrigados, nesta fase, a usar todas as unidades que possuem.

The screenshot shows the 'banking' phase interface in zTree. At the top, it indicates 'Período 1 em 10' and 'Tempo Restante [sec]: 56'. On the left, a table lists units and costs:

UNIDADES	CUSTOS	DADAS
1	37	
2	90	
3	152	
4	220	
5	294	SIM
6	372	SIM
7	454	SIM
8	539	SIM
9	627	SIM
10	719	SIM
11	813	SIM
12	909	SIM
13	1008	SIM

The main area is titled 'PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS' and contains a table for planning unit usage:

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Dadas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	90
Uso planeado	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	0

Below the table, there is a red 'TOTAL' button and a grey 'OK para avançar' button. At the bottom, summary statistics are shown:

- Rendimento Inicial= 800
- Lucro neste período= 0
- Lucro acumulado até agora= 800

Figura 4.4 – Ecrã do zTree da fase de *banking*

Só depois de todos os participantes tomarem a decisão de *banking*, tem então início o mercado para transacção de licenças de emissão.

A regra de formação de preços adoptada para o mercado de comercialização de licenças de emissão laboratorial é a que rege o EU ETS: preços discriminantes. Ou seja, os participantes pagam/recebem pelas licenças de emissão o preço que propõem/aceitam. No entanto, os preços propostos/aceites não podem dar origem a prejuízos. Isso significa que só é possível vender e comprar a preços acima e abaixo do custo, respectivamente. Por outro lado, não é permitido comprar (vender) unidades relativas a propostas de venda (compra) feitas pelo próprio.¹⁵³

O mercado laboratorial que implementamos é dinâmico já que as propostas, quer de compra quer de venda, podem ser revistas pelos seus proponentes, com base na informação disponibilizada depois das propostas iniciais. Ou seja, trata-se de um leilão

¹⁵¹ No tratamento com leilão, onde se lê “Dadas” passa a ler-se “Adquiridas”.

¹⁵² No exemplo da figura 4.4, correspondente ao Sujeito 2 das nossas experiências, o participante poderia usar (caso possuísse), no máximo, 13 unidades, relativas às suas emissões totais do período, logo, às suas necessidades.

¹⁵³ Estas regras de mercado, bem como todas as outras que descrevemos ao longo desta secção, são garantidas através da programação de *checkers* que produzem mensagens de erro automáticas sempre que os sujeitos tentam proceder de forma diferente da permitida pelas regras de mercado.

contínuo, em que os agentes podem alterar as suas propostas em resposta às propostas dos outros ou simplesmente por verificarem que a sua proposta inicial não é aceite. É normal, portanto, que antes de cada contrato se verifique uma troca de mensagens de acordo com as regras especificadas para a negociação. No nosso caso, para além de não serem aceites propostas com prejuízo, as mensagens têm ainda de respeitar a regra do melhoramento. Ou seja, se ao preço licitado um comprador não consegue adquirir no mercado a licença de emissão que pretende, só pode efectuar nova proposta se esta for superior à inicial, ou à melhor proposta de compra pendente no mercado. De igual forma, se um vendedor não consegue vender ao preço proposto, só pode entrar no mercado com nova licitação a um preço mais baixo do que a sua proposta inicial ou do que a melhor proposta de venda não concretizada.

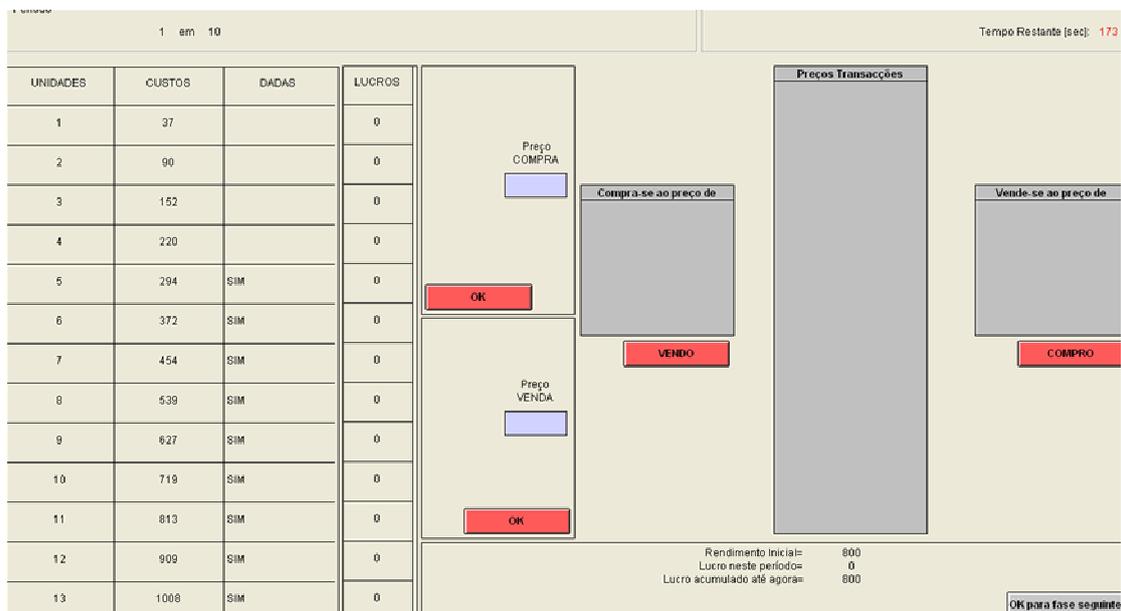


Figura 4.5 – Ecrã do zTree do mercado inicial

As regras de comunicação nas trocas são definidas de igual forma para os $i=8$ agentes que participam no nosso mercado experimental. Ou seja, as m mensagens que cada um dos oito participantes podem enviar obedecem às mesmas regras, que formam a *linguagem* $M = (M^1, \dots, M^8)$ da instituição que representamos.

De igual forma, o conjunto $C = (c^1(m), \dots, c^8(m))$ de regras de imputação dos custos é equivalente para todos os participantes. Ou seja, a regra $c^i(m)$ define que o pagamento ou recebimento de cada agente, em pontos, corresponde ao preço aceite ou proposto pelo próprio, no momento em alguém carrega no botão “COMPRO” ou

“VENDO” da figura 4.5 que representa o ecrã que os participantes visualizam e no qual operam aquando do funcionamento do mercado inicial de transacções.

Os ganhos correspondentes às transacções efectuadas são determinados, para as compras, calculando a diferença entre o custo marginal de abatimento evitado ($V_i(x^i)$) e o preço aceite ou proposto pela unidade comprada (px^i), $\pi_i = V_i(x^i) - px^i$ pontos, com $px^i \leq V_i(x^i)$. De forma semelhante, os ganhos das vendas correspondem à diferença entre o preço aceite ou proposto e o custo marginal de abatimento a suportar, $\pi_i = px^i - V_i(x^i)$ pontos, com $px^i \geq V_i(x^i)$.

A informação sobre os custos de cada participante é privada mas o número de licenças transaccionadas e respectivo preço de transacção, bem como as propostas pendentes são anunciados publicamente, apesar da identificação dos sujeitos envolvidos nas transacções ser igualmente informação privada. Depois de estabelecido um contrato, inicia-se nova troca de mensagens com vista a mais transacções, sempre sujeitas às mesmas regras.

Em cada período, este mercado laboratorial encerra quando todos os participantes carregam em “OK para fase seguinte” ou quando termina o tempo estipulado para a realização das transacções (3 minutos). Esta constitui, portanto, a regra de encerramento da troca de mensagens $g^i(., ., T)$ e, de acordo com a nomenclatura de Smith (1982), o conjunto $G = (g^1(t_0, t, T), \dots, g^8(t_0, t, T))$ de regras de ajustamento do processo fica então completo. A regra para o começo $g^i(t_0, ., .)$ do mercado é a de que todos os participantes tenham terminado a fase anterior, ou seja, tomado a decisão de *banking*. As regras de transacção $g^i(., t, .)$, que gerem a sequência e troca de mensagens, são as que definimos atrás (apenas propostas lucrativas e a regra do melhoramento).

Em suma, a instituição microeconómica $I^i = (M^i, h^i(m), c^i(m), g^i(t_0, t, T))$ e os direitos de propriedade dos $i=8$ agentes deste mercado laboratorial são definidos de acordo com as regras supramencionadas.

Com o intuito de reforçar o paralelismo entre o nosso desenho experimental e as condições reais existentes no mercado, incluímos ainda em cada período, incerteza acerca do nível efectivo de emissões ou, o que é equivalente, acerca do nível de abatimento de cada participante. Os motivos que justificam a existência de incerteza nos mercados reais são vários. Nomeadamente, factores tão aleatórios como o próprio clima: anos de calor ou seca extremos fazem com que, por exemplo, a produção de electricidade em centrais hidroeléctricas seja bastante reduzida e haja necessidade de recorrer a centrais térmicas e à queima de combustíveis fósseis. Dessa forma, para a

produção da mesma quantidade de energia eléctrica emitem-se mais gases poluentes com estas condições atmosféricas adversas do que em anos mais temperados. Ora, como a procura de títulos de emissão depende das descargas poluentes da empresa que, por sua vez, dependem das escolhas tecnológicas e do volume de produção da empresa, que esta não controla com exactidão, a quantidade de direitos de emissão necessários é também incerta.¹⁵⁴ A volatilidade dos preços dos títulos de emissão e o incumprimento dos limites de emissão estipulados são as principais consequências deste tipo de incerteza. Como vimos no capítulo 3, a literatura económica sugere, nomeadamente, o *banking* de títulos de emissão como solução para estes problemas. Esta é, precisamente, uma característica do EU ETS e da generalidade dos mercados para transacção de direitos de emissão actualmente em funcionamento. Por isso, os nossos tratamentos experimentais contemplam quer o problema quer a solução: incerteza sobre a procura de títulos de emissão e *banking*, como já referimos. Em contexto de informação imperfeita, os participantes nas nossas sessões experimentais têm de tentar cumprir a regulamentação ambiental a que estão sujeitos ao menor custo, através da possibilidade de *banking* e de transacção de direitos de emissão.

Como em Godby *et al.* (1997), utilizamos uma distribuição aleatória que representa a possibilidade de uma flutuação nas emissões no intervalo (-1, 0, +1), com igual probabilidade de ocorrência. Depois de encerrado o mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão, informam-se os participantes sobre o resultado da extracção aleatória e suas implicações para os ganhos do período. Se extraído o número 0, o abatimento total do período corresponde exactamente ao exigido, pelo que se mantêm os ganhos obtidos até ao momento e terminam as tarefas do período corrente. Se o número em causa for o +1, significa o abatimento de mais uma unidade do que o necessário ou, de forma equivalente, a emissão de menos uma unidade poluente do que o permitido. Tal implica incorrer num custo de abatimento superior ao exigido, pelo que tem um impacto negativo nos ganhos do período. Se for -1 o número extraído, dá-se o abatimento de menos uma unidade do que as estipuladas, ou seja, verifica-se uma situação de incumprimento face ao limite ambiental estabelecido. Neste caso, é aplicada uma multa de 560¹⁵⁵ pontos laboratoriais, a que acresce a obrigatoriedade de abater uma

¹⁵⁴ Para além do clima, poderiam ainda referir-se as variações nos preços dos combustíveis e seus impactos na substituição de combustíveis utilizados na produção, bem como o crescimento económico verificado na economia, com implicações sobre o nível da procura e, conseqüentemente, sobre o nível de produção e de emissões das empresas reguladas. Este último motivo, porém, é excluído da nossa análise que se foca apenas no curto-prazo, considerando fixa a procura que as empresas enfrentam.

¹⁵⁵ A justificação para este valor é apresentada de seguida, aquando da explicação dos parâmetros adoptados para os nossos tratamentos experimentais.

unidade adicional no período seguinte, garantindo-se assim o cumprimento da restrição ambiental estabelecida.

Note-se que o número de empresas participantes no nosso mercado é fixo ao longo da sessão, pelo que fica excluída da nossa análise a incerteza relativa à evolução dinâmica das indústrias, correspondente à entrada e saída de empresas do mercado. Ou seja, não consideramos o risco de exposição a flutuações de preço no mercado dos direitos de emissão e suas implicações sobre o volume de transacções e, consequentemente, eficiência do sistema.¹⁵⁶ Dada a complexidade do nosso desenho experimental, a introdução de mais variáveis colocaria em causa a possibilidade de isolar o seu efeito sobre as restantes. Esta é, portanto, uma simplificação consciente que visa a recolha de informação relevante e conclusiva.

O ecrã relativo a esta etapa experimental é o que se apresenta na figura 4.6, para o caso em que sai o número +1. Este desaparece automaticamente após 40 segundos, não implicando qualquer decisão/ tarefa por parte dos participantes.

Período				Tempo Restante [sec]: 36									
1 em 10													
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Resolução da Incerteza									
1	37		0										
2	90		0										
3	152		0	Variação nas Unidades dadas: 1									
4	220		0	Detém mais uma unidade do que o previsto. Foi suportado desnecessariamente o custo da unidade número: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td>5</td> </tr> </table>		5							
5													
5	294	SIM	-294	Pode, porém, tentar ainda vendê-la no mercado que abre de seguida ou então guardá-la para períodos futuros.									
6	372	SIM	0	Se VENDER, o seu ganho será de Preço de Venda - Custo dessa unidade.									
7	454	SIM	0	Se GUARDAR, os ganhos actuais diminuem no valor do seu custo mas num momento futuro aumentam pelo valor do custo que evitar então suportar.									
8	539	SIM	0	Se nada fizer, essa unidade terá um impacto negativo nos seus ganhos, correspondente ao valor do seu custo.									
9	627	SIM	0										
10	719	SIM	0										
11	813	SIM	0										
12	909	SIM	0										
13	1008	SIM	0	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">Rendimento Inicial=</td> <td style="text-align: right;">800</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Impacto da Incerteza no Lucro=</td> <td style="text-align: right;">-294</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Lucro neste período=</td> <td style="text-align: right;">-294</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Lucro acumulado até agora=</td> <td style="text-align: right;">506</td> </tr> </table>		Rendimento Inicial=	800	Impacto da Incerteza no Lucro=	-294	Lucro neste período=	-294	Lucro acumulado até agora=	506
Rendimento Inicial=	800												
Impacto da Incerteza no Lucro=	-294												
Lucro neste período=	-294												
Lucro acumulado até agora=	506												

Figura 4.6 – Ecrã do zTree da fase da incerteza

Depois de conhecido o resultado da incerteza, é dada aos participantes nova oportunidade de participarem no mercado. Este é designado habitualmente na literatura por mercado de *reconciliação*. Os participantes com excesso de títulos de emissão

¹⁵⁶ O modelo teórico de Baldursson e von der Fehr (2004) distingue claramente a incerteza relativa ao carácter estocástico da poluição da que diz respeito ao número de empresas poluidoras, próprios de qualquer mercado e não apenas para o mercado de transacção de direitos de emissão.

devem participar no mercado tentando vendê-los àqueles que se encontram com défice de licenças, procurando assim equilibrar as suas posições. As regras para transacção no mercado de reconciliação são semelhantes às que descrevemos para o mercado inicial ainda que com algumas diferenças. Para além de possuírem agora um período de tempo mais reduzido (1,5 minutos em vez dos 3 minutos iniciais), neste mercado apenas podem participar os sujeitos a quem tenha saído os números +1 ou -1, ao contrário do que acontecia no mercado inicial, onde todos os sujeitos podiam entrar. Estratégias especulativas, potencialmente conducentes a grandes flutuações de preços no mercado de reconciliação, foram assim impedidas. Fazer *banking* de títulos com o intuito de posteriormente os vender neste mercado, a preços elevados, seria um exemplo desse tipo de estratégia. Limitada a participação no mercado apenas aos sujeitos que precisam de equilibrar posições e permitindo-lhes apenas a realização da transacção necessária para atingir esse objectivo - uma unidade, a que tiver em excesso ou em défice -, elimina a especulação neste mercado. Por outro lado, as transacções podem agora ser feitas sem quaisquer restrições quanto aos preços de compra ou venda propostos. Isto porque, transacções com prejuízo, nesta fase, podem ainda assim aumentar os ganhos dos participantes, por lhes reduzirem as perdas causadas pela incerteza.

O ecrã relativo a esta fase, para o exemplo considerado de extracção aleatória do número +1, é o que se apresenta na figura 4.7.

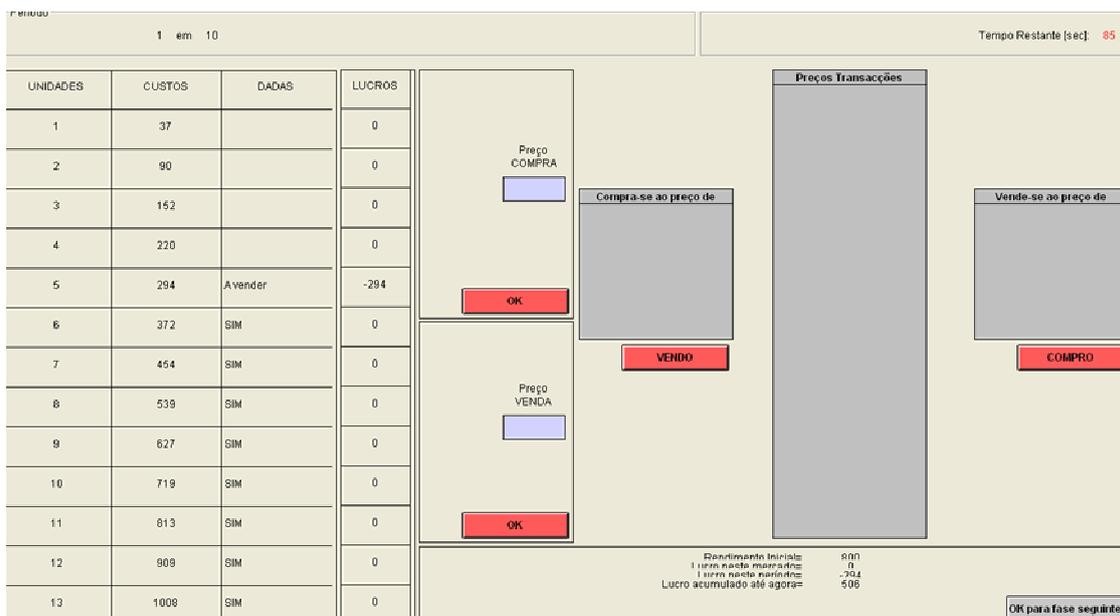


Figura 4.7 – Ecrã do zTree do mercado de reconciliação

Se, mesmo com esta oportunidade de nova participação no mercado, os sujeitos não conseguirem equilibrar posições, podem ainda fazer uso do *banking* para o efeito. O sujeito a quem sai o número +1, se não conseguir vender o título em excesso, ou deliberadamente optar por não o fazer, pode ainda guardá-lo para uso em períodos posteriores, ou seja, fazer *banking*. Dessa forma, o custo suportado para abater uma unidade já coberta por um título de emissão pode ser posteriormente recuperado. Por seu lado, o participante a quem sai o número -1, se não conseguir comprar o título em falta no mercado de reconciliação, ou deliberadamente decidir não o fazer, pode ainda usar um título que tenha guardado anteriormente, evitando assim suportar a penalização estipulada. Note-se, porém, que para fazer uso desta possibilidade, é imprescindível que o participante tenha anteriormente feito *banking* de pelo menos uma licença de emissão. Se tal não tiver acontecido, e o participante continuar numa situação de défice depois de encerrado o mercado de reconciliação, é aplicada a penalização e avança-se de imediato para o período seguinte.

Prosseguindo com o exemplo que temos vindo a utilizar, o ecrã da figura 4.8 é o que surge ao sujeito a quem sai +1 e não vende a licença em excesso no mercado de reconciliação.

1 em 10

Tempo Restante [sec]: 58

Se preferir, pode guardar a unidade para o próximo período.

Quer guardar uma unidade agora?

SIM

NÃO

NOTA:

Se escolher NÃO, suporta o custo desta unidade, afectando assim os seus resultados de forma negativa.

Se escolher SIM, fica com mais uma unidade guardada para o próximo período.

Depois de assinalar a sua escolha, clique em OK para continuar.

OK

OK para avançar

Rendimento Inicial=	000
Lucro neste período=	-294
Lucro acumulado até a agora=	506

Figura 4.8 – Ecrã do zTree da fase de *re-banking*

Neste caso, apesar de não conseguir recuperar as perdas causadas pela variação aleatória no período actual, garante a possibilidade de reduzir custos num período

posterior, à sua escolha.

Em cada sessão experimental, o mercado laboratorial com as características descritas repete-se durante 10 períodos. A definição do número correcto de períodos é uma questão que se coloca no momento de concepção deste tipo de experiências de mercados laboratoriais. No entanto, como refere Smith (1967), é uma questão que não se coloca na realidade, por não ser provável que as condições de mercado se mantenham constantes o tempo suficiente para que o equilíbrio estático seja atingido.¹⁵⁷ No nosso caso, com equilíbrios distintos em cada período, esta questão não se coloca (consequência do contexto de incerteza e possibilidade de *banking*, como explicamos na secção relativa às Previsões Teóricas). No entanto, dada a complexidade das tarefas envolvidas, entendemos por necessária a implementação de uma sessão relativamente longa para permitir a aprendizagem por parte dos sujeitos.

Em suma, estas são as tarefas que, no tratamento com *grandfathering*, os sujeitos têm de realizar em cada um dos 10 períodos da sessão experimental. O objectivo é o de minimizar os custos de abatimento inerentes à restrição ambiental definida, através da participação no mercado e do uso do *banking*. A redução de custos conseguida por cada sujeito face à afectação inicial dos títulos de emissão (*Comando-e-Controlo*) traduz-se directamente em ganhos, convertíveis em euros e pagos individualmente no final da sessão.

Todas estas etapas, que acabamos de descrever, são idênticas no nosso tratamento experimental com leilão. A principal diferença está no facto de a estas acrescer uma outra, no início de cada período. Na etapa 0 (conforme tabela 4.2) todos os participantes são potenciais compradores de licenças de emissão num leilão inicial. O seu objectivo é tentar pagar pelas unidades adquiridas um preço inferior ao custo de abatimento, realizando dessa forma um ganho. No ecrã de zTree de cada uma das fases seguintes, as licenças de emissão aparecem agora numa coluna com a designação de “Adquiridas” e não de “Dadas”

¹⁵⁷ Smith (1967) compara o desempenho de leilões de preço único e preço discriminante inicialmente em sessões experimentais com 5 períodos mas termina com um total de 10 leilões, por verificar só assim ser possível atingir um ponto de equilíbrio estável. A nossa decisão acerca do número de períodos a implementar teve em conta esta e outras experiências. Ledyard e Szakaly-Moore (1994), Brown-Kruse *et al.* (1995), Ben-David *et al.* (1999), Muller *et al.* (1999), Muller *et al.* (2002) e Cason *et al.* (2003), nomeadamente, também repetem o mesmo mercado 10 vezes por sessão.

Tabela 4.2 – Síntese das diferentes etapas da 3ª parte do desenho experimental com leilão inicial

Etapa 0: Participação no **leilão inicial** para aquisição dos títulos colocados à venda
Possibilidade de fazer propostas de compra (quantidades) para os diferentes preços fixados pelo leiloeiro.

Etapa 1: Decisão de **banking**
Os sujeitos indicam a intenção de uso das licenças adquiridas
- decidindo poupar, ou não, alguma(s) dessas unidades.

Etapa 2: Participação no **mercado**
Possibilidade de comprar/vender títulos a outras empresas. As licenças de emissão adquiridas, e não guardadas na fase de *banking*, podem ser vendidas a preços superiores ao custo de abatimento. Por seu lado, as unidades a abater, não cobertas por licenças de emissão, podem ser adquiridas a outros participantes, desde que a um preço inferior ao seu custo de abatimento.

Etapa 3: Informação relativa à **incerteza** para o período.
Esta etapa não implica qualquer tomada de decisão.
Os participantes são informados acerca da flutuação, não prevista, nas suas emissões. Conhecem o resultado da extração aleatória para o período em questão (-1, 0 ou +1) e implicações sobre os seus resultados. É ainda disponibilizada informação acerca das possibilidades que têm para diminuir as perdas ou mesmo realizar ganhos.

Etapa 4: Participação no **mercado de reconciliação**
Nesta etapa participam os sujeitos a quem tenha saído o número +1 ou -1 na etapa anterior. É apenas permitida a compra ou venda de um título, correspondente à flutuação aleatória.
Não é imposta qualquer restrição aos preços de transacção neste mercado, sendo possível transaccionar com prejuízo.

Etapa 5: Possibilidade de **alteração da decisão de banking**.
Aos participantes com um título em excesso, não vendido no mercado de reconciliação, é dada a hipótese de o guardar para uso futuro.
Aos participantes com défice de um título, não comprado no mercado de reconciliação, é dada a hipótese de usar um título guardado anteriormente. Esta etapa ocorre apenas se o participante em questão tiver feito *banking* de pelo menos um título. Caso contrário, mesmo não tendo adquirido a unidade em falta no mercado de reconciliação, passa de imediato para o período seguinte após a etapa 4, suporta a multa e é-lhe retirada uma licença de emissão adquirida no período subsequente¹⁵⁸

Como justificamos na secção anterior, decidimos implementar um leilão inicial dinâmico para os títulos de emissão com a estrutura proposta por Ausabel (2004). A quantidade disponível para oferta no leilão, $M=88$ fixa e igual em todos os períodos, é a mesma que é distribuída de forma gratuita entre os participantes, de acordo com o BSA, no tratamento com *grandfathering*.¹⁵⁹

O desenho do leilão que implementamos laboratorialmente corresponde ao modelo de Ausabel (2004) com informação incompleta pois as funções custo marginal de abatimento são informação privada. Ou seja, cada participante i conhece apenas a sua

¹⁵⁸ Caso não adquira nenhum título no leilão, suporta o custo de entrega de uma unidade extra (com um custo superior a todas as outras).

¹⁵⁹ A justificação para este valor é apresentada mais à frente na secção sobre os Parâmetros da experiência.

própria função de valorização $V_i(x^i)$, que corresponde ao custo marginal de abatimento evitado (apresentado na tabela do lado esquerdo do ecrã de zTree da figura 4.9). Por outro lado, no decorrer do leilão, não é divulgada qualquer informação acerca das propostas de compra efectuadas aos diferentes preços, nem das unidades já adquiridas, mas apenas do número de unidades lucrativas ao actual preço proposto. Só depois de encerrado o leilão, os participantes são informados do número de unidades que conseguiram adquirir e a que preços (conforme ecrã de zTree da figura 4.11).

Portanto, com a versão implementada, é da evolução dos preços propostos pelo leiloeiro que os participantes devem retirar informação sobre o que está a acontecer no leilão. Depois de submetidas as propostas de todos os participantes a um determinado preço, uma subida do mesmo implica a permanência de excesso de procura face à oferta – ainda que não saibam de quanto.

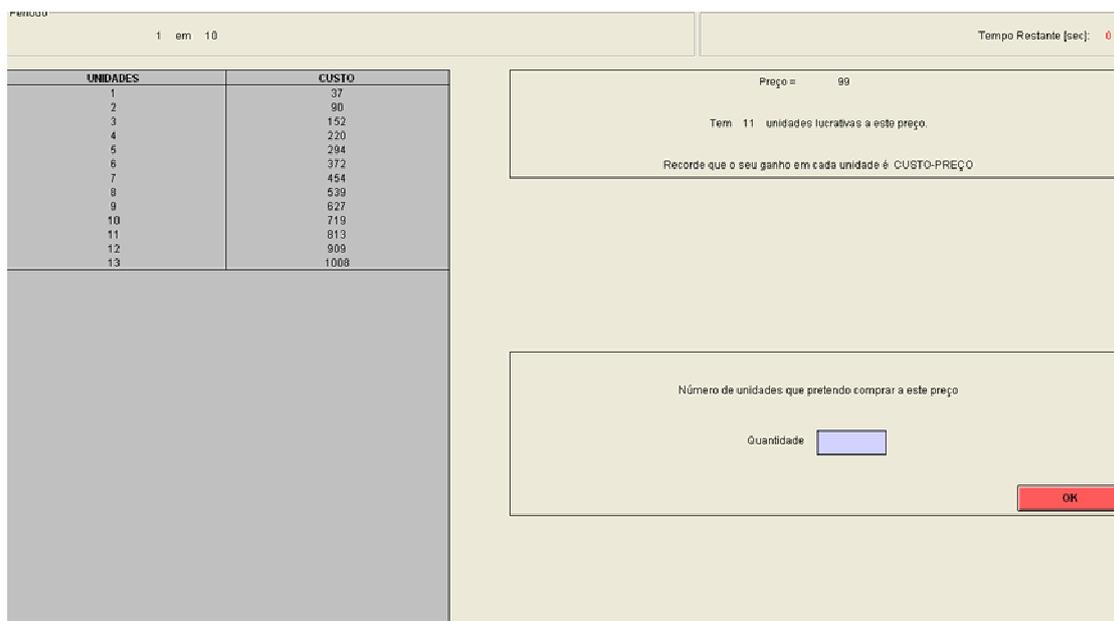


Figura 4.9 – Ecrã do zTree do arranque do leilão (etapa 0) para o sujeito 2

A partir do 2º período da sessão experimental, essa informação inclui também as unidades que eventualmente tenham poupado. Ou seja, os participantes são informados acerca do número de unidades lucrativas, ao actual preço proposto, caso tencionem usar as unidades guardadas, como se vê na figura 4.10.

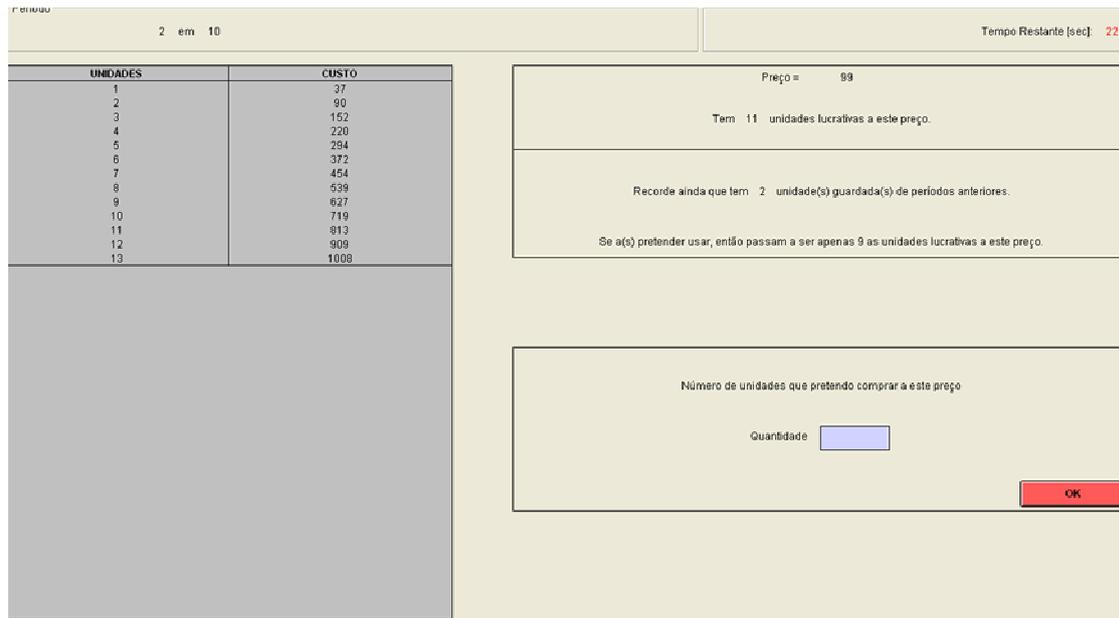


Figura 4.10 – Ecrã do zTree do arranque do leilão (período > 1, com *banking* no período anterior)

De acordo com o modelo teórico de Ausabel, fixamos o primeiro preço proposto pelo leiloeiro, anunciado no início de cada um dos 10 períodos da sessão experimental, num valor relativamente baixo. Com base nos parâmetros que definimos para as nossas experiências, e que apresentamos na tabela 4.4, fixamos então esse preço em 99 pontos laboratoriais. Enquanto a procura excede a oferta, são feitos acréscimos de 20 pontos a esse primeiro preço. O preço máximo proposto pelo leiloeiro (1319) é estritamente superior ao maior custo marginal de abatimento de todos os compradores presentes no leilão, ou seja, é superior à valorização máxima que algum dos participantes no leilão pode atribuir a um título de emissão leiloado (1301), respeitando-se assim a condição de Ausabel de não impor um preço restritivo, $T > \bar{u}$.

Para cada preço anunciado pelo leiloeiro, os participantes submetem quantidades de compra (o sujeito i submete a proposta x_i no quadrado a azul do ecrã de zTree da figura 4.9). Ou seja, as licitações dos participantes neste leilão são as quantidades submetidas a cada preço proposto. Trata-se, portanto, da versão discreta do modelo de leilão dinâmico proposto por Ausabel (2004), com um preço $p^t = t$ a ser comunicado aos compradores a cada momento $t = 0, 1, 2, \dots, T$.

A estas propostas de compra dos participantes é imposta uma restrição. Cada participante pode licitar uma quantidade superior às suas necessidades – isto é, propor comprar unidades para as quais não possui valorização no período em questão, $V_i(x^i) = 0$

– mas inferior à quantidade total oferecida no leilão, $x^i < 88$. A restrição do nosso desenho experimental, para o leilão com o formato de Ausabel (2004), constitui uma situação intermédia entre o desenho de Kagel e Levin (2001) e o de Manelli *et al.* (2006). Da análise dos nossos resultados experimentais será possível avaliar se a perda de eficiência registada por Manelli *et al.* (2006) é sensível, como previam os próprios autores, ao número de participantes e de unidades leiloadas – no nosso caso, bastante superiores aos desenhos daqueles autores.

O cálculo do limite máximo de unidades que cada sujeito pode propor comprar no leilão (x_i^t) é feito de acordo com uma restrição orçamental, determinada da seguinte forma: $x_i^t = \frac{x_i^{activity} * p_{eq}}{p^0}$, com $p^0=99$, o primeiro preço proposto pelo leiloeiro, e $p_{eq}=139$ o preço de equilíbrio do leilão de Ausabel no primeiro período das nossas sessões experimentais. Por seu lado, $x_i^{activity}$ corresponde ao número de unidades de cada sujeito, para os quais $V_i(x^i) > 0$ (no exemplo que temos vindo a utilizar, para o sujeito 2, $x_2^{activity} = 13$).

Se adquiridas no leilão mais unidades do que as necessárias para o período, $x_i^t > x_i > x_i^{activity}$, o excedente é transportado para o período seguinte. Ou seja, é feito o *banking* automático de $x_i - x_i^{activity}$ unidades, limitando-se assim eventuais estratégias especulativas no mercado de revenda, aberto depois do leilão.

Assim, as regras $g^i(., t, .)$ que gerem a sequência e troca de mensagens enquanto o leilão está aberto são as que definimos acima, nas equações (1) e (5), aquando da apresentação formal do modelo de Ausabel (2004),¹⁶⁰ e esta da restrição orçamental, por nós imposta.

Por sua vez, a regra de encerramento deste leilão $g^i(., ., T)$ consiste na verificação de uma das seguintes condições:

- a. O preço proposto pelo leiloeiro atingir 1319;
- b. O total de unidades oferecidas no leilão ser distribuída ($\sum_{i=1}^n x_i = M$)
- c. Atingir-se um preço em que $\sum_{i=1}^n x_i < M$.

Quando tal acontece, cada comprador é informado do número de unidades

¹⁶⁰ 1) Impõe-se que os participantes façam propostas de acordo com curvas de procura negativamente inclinadas e; 2) que não proponham comprar menos do que as unidades já adquiridas a preços anteriores.

adquiridas, e a que preços, bem como do ganho total realizado no leilão – conforme a figura 4.11.

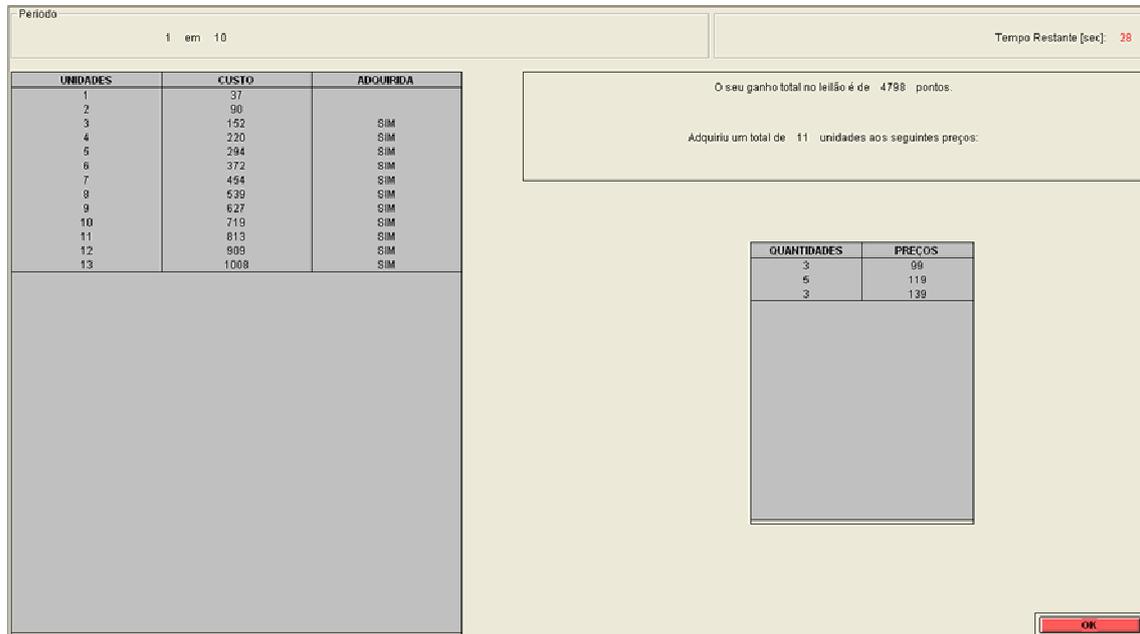


Figura 4.11 – Ecrã de zTree com o resultado final do leilão para o sujeito 2

As regras de afectação das unidades leiloadas entre cada agente i (conjunto $H = (h^1(m), \dots, h^N(m))$) são as definidas por Ausabel (2004) e que reproduzimos nas equações (2) a (4). Estas dependem das mensagens enviadas pelos outros participantes e não pelas mensagens enviadas pelo próprio. Ou seja, para cada preço p^t e comprador i , o leiloeiro calcula a soma das quantidades procuradas pelos outros compradores (excluindo a procura do próprio: $\sum_{j \neq i} x_j^t$) e compara-a com a quantidade oferecida, $M=88$. Se, para determinado comprador, essa soma for menor do que a oferta então o leiloeiro atribua $M - \sum_{j \neq i} x_j^t$ unidades. No final do leilão, cada comprador paga o total de unidades adquiridas a cada um dos preços pelos quais as adquiriu: $y_i = \sum p^t c_i^t$, em que c_i^t corresponde ao número de unidades adquiridas pelo sujeito i ao preço p^t . Para a determinação do lucro obtido pelos sujeitos, $U_i(x_i) - y_i$, calculamos $U_i(x_i)$ através da soma dos custos marginais evitados¹⁶¹ pela aquisição das x_i unidades no leilão. Com esta regra de imputação dos custos, igual para todos os participantes, fica então completa a definição da instituição que utilizamos para proceder ao leilão inicial dos títulos de emissão de CO₂.

¹⁶¹ Valores apresentados na tabela 4.4.

Por último, resta ainda referir que, para os casos em que a procura total registada a determinado preço (soma das quantidades submetidas por todos os participantes) é inferior à oferta total, implementamos uma *rationing rule* semelhante à de Mochón *et al* (2005). A sua aplicação garante a afectação total das 88 unidades disponíveis, como previsto no modelo teórico de Ausabel (2004), respeita a regra da monotonicidade e garante as unidades previamente adquiridas. De acordo com a regra estabelecida, para o preço imediatamente anterior, em que se verificava ainda um excesso de procura, é identificado o comprador com a maior quantidade proposta a esse preço e ainda não adquirida. É-lhe retirada uma unidade proposta e calculada novamente a soma das quantidades procuradas. Se esta continuar superior à oferta, o procedimento que referimos continua, sequencialmente, passando para o comprador seguinte, com maiores quantidades submetidas e ainda não adquiridas. Quando a procura igualar a oferta, o processo termina, com o leiloeiro a atribuir as unidades de acordo com as regras atrás definidas e informando os compradores das quantidades adquiridas a cada preço e respectivo lucro.

Obviamente, se essa situação de procura total menor que a oferta total se verificar ao primeiro preço proposto pelo leiloeiro, haverá unidades não distribuídas. No nosso caso, definimos que estas fossem anuladas, ou seja, não transitam para o período seguinte. Se, no momento 0, $\sum_{i=1}^n x_i < M$, atribui-se a cada participante o número de unidades submetidas ao preço inicial, p^0 . O leilão termina de imediato e é divulgada a cada participante a informação acerca das quantidades adquiridas a esse preço e o respectivo lucro obtido.

4.4.2.2 – Parâmetros

Enorme ponderação e cuidado foram colocados na determinação dos parâmetros das nossas experiências. Tendo por objectivo contribuir para uma melhor compreensão do funcionamento do EU ETS e, se possível, formular recomendações de política, a escolha dos parâmetros é decisiva para a relevância das conclusões finais. Nesse sentido, procuramos representar um mercado laboratorial de concorrência imperfeita, devido à diferente dimensão (nível de emissões) e estrutura de custos dos participantes e à presença de informação imperfeita resultante da incerteza, que se pretende próxima da do EU ETS.

Em cada sessão experimental, oito sujeitos representam uma empresa dos seguintes países da EU-15: Alemanha, Bélgica, Espanha, França, Grécia, Holanda, Itália e Reino Unido. A limitação do número de participantes nas experiências a oito sujeitos deve-se, sobretudo, à necessidade de respeitar as nossas restrições orçamentais e de garantir exequibilidade prática no laboratório. A selecção dos oito países referidos, entre os 15 da EU-15, foi feita de acordo com a sua relevância no seio do EU ETS. Ou seja, seleccionamos os países mais poluentes, logo, aqueles a quem foram distribuídos mais direitos de emissão. Se contemplada a União Europeia com 27 e não com 15 países, a sua representatividade viria, obviamente, alterada. A presença de países como a Polónia ou a República Checa seria nesse caso obrigatória. Porém, a determinação dos custos marginais de abatimento dos diferentes participantes nas nossas experiências foi feita com base nas funções estimadas por Eyckmans *et al.* (2000), que não incluem os últimos 12 países que entraram na UE. A falta de informação relativamente a esses países justifica assim a limitação da nossa análise à UE antes do alargamento.

As emissões totais dos participantes nas experiências são proporcionais às projecções das mesmas, para 2010, para os países que representam. De entre os oito participantes nas nossas sessões experimentais, a Alemanha, com a identificação S3, é o país com o maior nível absoluto de emissões de CO₂ previstas para 2010: 827.5 milhões de toneladas. Por seu lado, a Grécia, representada pelo participante com a identificação S4, é o país com menores emissões totais previstas: 109.4 milhões de toneladas de CO₂. A este último valor (109.4) fizemos corresponder 5 unidades experimentais o que implicou que, através da aplicação da regra de proporcionalidade directa, à Alemanha correspondessem 38 unidades. No entanto, por impossibilidade de representar na tabela do z-Tree a totalidade das unidades, o participante S3 visualiza apenas 28 em todos os ecrãs das diversas etapas de cada período experimental.¹⁶² Este facto, porém, não exerce qualquer influência sobre o equilíbrio do mercado pelo que nenhum dos resultados vem alterado com a adaptação imposta.

Para a determinação das restrições ambientais a cumprir por cada participante nas sessões experimentais com *grandfathering* das licenças de emissão, baseamo-nos nas reduções percentuais necessárias para, em 2010, a UE cumprir os compromissos do Protocolo de Quioto. A elevada quantidade de títulos de emissão a atribuir aos

¹⁶² Esta dificuldade técnica sentida para o tratamento com *grandfathering* não se coloca no tratamento com leilão, devido às diferenças existentes na nossa programação zTree entre ambos – no primeiro, a informação da tabela de custos dos sujeitos é lida a partir da *subjects table* e no último na *contracts table* (onde seria possível incluir as 38 unidades). Porém, por uma questão de comparabilidade entre os tratamentos, ao Sujeito 3 foram atribuídas em todas as sessões e tratamentos apenas 28 unidades.

participantes, resultante da aplicação dessa regra, implicava uma reduzida liquidez do nosso mercado laboratorial - como, aliás, se verificou na 1ª fase do EU ETS. Prevendo a imposição de limites cada vês mais restritivos sobre as emissões – como aconteceu já com os PNALE II e se prevê que ocorra após 2012 -, impusemos o dobro da redução total (percentual) nas emissões. Para o nosso desenho experimental tal implica uma oferta total de 98 títulos de emissão, por período (o que totaliza 980 títulos em cada sessão). Porém, tendo em conta o facto do participante S3 ter apenas necessidade de 28 títulos e não os 38 que efectivamente lhe correspondiam, também a nossa oferta total foi ajustada para 88 unidades.

Ainda assim, mesmo com um objectivo ambiental mais restritivo, a quantidade de títulos de emissão atribuída aos participantes é elevada e a liquidez deste mercado relativamente reduzida. Ou seja, com uma redução de 27% das emissões no total dos oito participantes, o número de transacções de licenças de emissão no mercado face à quantidade total de licenças existentes continua a ser reduzido.

Tabela 4.3 - Emissões totais e restrição ambiental, por período

	Emissões totais	Títulos atribuídos	Redução relativa das emissões
Bélgica (S1)	6	4	0.33
Espanha (S2)	13	9	0.31
Alemanha (S3)	28(38)	20(30)	0.21
Grécia (S4)	5	3	0.40
França (S5)	18	14	0.22
Itália (S6)	20	14	0.30
R.Unido (S7)	26	19	0.27
Holanda (S8)	9	5	0.44
Total	125(135)	88 (98)	0.27*

Nota: Os valores entre parêntesis são os que efectivamente representam o mercado laboratorial implementado.

* Esta redução percentual corresponde à redução de 37 unidades face à situação inicial: $(135-98)/(135)$.

Para a afectação dos 88 títulos por período entre os diferentes participantes, no tratamento com *grandfathering*, baseamo-nos no Acordo de Partilha de Responsabilidades Europeu (BSA). Tal significa que a alguns participantes se exige um maior nível relativo de abatimento das emissões do que a outros. Os limites de emissões de CO₂ estabelecidos não reflectem, portanto, qualquer preocupação com a

determinação do nível de abatimento eficiente ou equitativo, mas apenas os valores acordados ao nível comunitário (BSA).¹⁶³

Tabela 4.4 - Custo marginal de abatimento de cada participante

Unidades	Bélgica (S1)	Espanha (S2)	Alemanha (S3)	Grécia (S4)	França (S5)	Itália (S6)	R.Unido (S7)	Holanda (S8)
1	76	37	4	59	21	17	6	32
2	177	90	11	149	56	42	15	76
3	291	152	18	255	100	72	25	127
4	413	220	27	374	151	105	37	182
5	543	294	36	503	208	140	50	241
6	678	372	46		270	177	63	304
7		454	56		337	216	77	369
8		539	67		408	257	92	436
9		627	79		483	300	107	506
10		719	91		561	344	123	
11		813	103		643	389	140	
12		909	115		729	436	157	
13		1008	128		817	484	174	
14			142		908	533	192	
15			155		1002	583	210	
16			169		1099	634	228	
17			184		1199	686	247	
18			198		1301	739	266	
19			213			792	286	
20			228			847	306	
21			243				326	
22			259				346	
23			274				367	
24			290				388	
25			307				409	

¹⁶³ Eyckmans *et al.* (2000) concluem mesmo que os limites estabelecidos pelo BSA não respeitam nem os critérios de eficiência nem os de equidade, mas essa questão não é objecto do nosso estudo.

Tabela 4.4 (cont.) - Custo marginal de abatimento de cada participante

Unidades	Bélgica (S1)	Espanha (S2)	Alemanha (S3)	Grécia (S4)	França (S5)	Itália (S6)	R.Unido (S7)	Holanda (S8)
26			323				431	
27			340					
28			356					
29			373					
30			391					
31			408					
32			426					
33			443					
34			461					
35			480					
36			498					
37			516					
38			535					
Títulos iniciais	4	9	20	3	14	14	19	5

Nota: Assinaladas a negrito estão as emissões poluentes cobertas por direitos de emissão atribuídos gratuitamente aos participantes no início de cada período da experiência. Ou seja, são os custos de abatimento evitados, antes de participarem no mercado. O sombreado destaca as 10 unidades da Alemanha (participante S3) que ocultamos pelos motivos referidos.

A soma dos títulos atribuídos aos oito participantes nas sessões do tratamento com *grandfathering* corresponde às referidas 88 unidades, conforme se vê na tabela 4.3. Este é igualmente o número de títulos colocados à venda no leilão inicial de cada um dos 10 períodos, nas sessões do tratamento com leilão.

A estrutura de custos de abatimento utilizada para cada sujeito é a que consta da tabela 4.4 e foi determinada com base nos parâmetros de Eyckmans *et al.* (2000),¹⁶⁴ resultantes, por sua vez, da estimação da função custo marginal de abatimento efectuada por estes autores. Desta tabela ressalta a heterogeneidade, não só da dimensão mas

¹⁶⁴ A função custo marginal de abatimento foi estimada por Eyckmans *et al.* (2000) para 14 países da EU-15, por falta de dados sobre os custos do Luxemburgo. Estes autores realizam um elevado número de simulações, com base no modelo de equilíbrio geral GEM-E3 Europe (<http://www.gem-e3.net/>), da função $CMGA(R_i) = C^i(R_i) = \alpha_i R_i^{\beta_i}$, com R_i a representar a redução de toneladas de emissões de CO₂, do país i .

Para cada um dos países em análise, Eyckmans *et al.* (2000) geram 50 observações, com reduções desde 0% até 50% nas emissões do carbono, relativamente ao seu nível base. Usando o método OLS, estimam a versão loglinear da função custo marginal supracitada, sendo todos os coeficientes encontrados significativos ao nível de 5%. Do anexo 2 constam os valores desses coeficientes estimados e por nós utilizados para calcular os custos marginais de abatimento dos participantes para todos os tratamentos experimentais.

também dos custos, dos diversos participantes nas nossas sessões experimentais. Diferentes curvas de custos marginais de abatimento indiciam a utilização de diferentes tecnologias produtivas e/ou de abatimento das emissões poluentes, constituindo, portanto, o vector e^i do nosso sistema microeconómico (de acordo com as designações atrás utilizadas para a representação formal do mesmo). Consequentemente, atingir o mesmo nível de abatimento da poluição acarreta mais custos para uns do que para outros. Tal implica a existência de ganhos potenciais com a transacção dos direitos de emissão de CO₂,¹⁶⁵ pois permite que os participantes com maiores custos não abatam as unidades a que estão obrigados, desde que as empresas com menores custos o façam por si.

Com base nos valores da tabela 4.4, a multa por incumprimento (potencialmente aplicada quando o resultado da extracção aleatório é -1) foi fixada em 560 pontos. Este valor corresponde a cerca de 4 vezes o preço de equilíbrio concorrencial do mercado para transacção dos direitos de emissão no primeiro período¹⁶⁶ e é também superior ao maior custo marginal de abatimento de qualquer um dos participantes, relativo à primeira unidade não coberta pelos títulos inicialmente distribuídos de forma gratuita.¹⁶⁷ Quando aplicada a multa, no tratamento com *grandfathering*, subtrai-se no período seguinte ao do incumprimento, uma unidade às que constam na coluna “Títulos atribuídos” da tabela 4.3, e no tratamento com leilão, uma unidade das que a empresa tenha adquirido no leilão inicial. Se, eventualmente, os sujeitos não adquirissem qualquer unidade no leilão, no período posterior ao incumprimento, viam os seus lucros diminuídos num valor superior ao custo de qualquer uma das suas unidades (com base na função custo marginal de Eyckmans *et al.* (2000) determinamos o custo de abatimento de uma unidade extra – para o Sujeito 2, que temos vindo a utilizar no exemplo, significa que calculamos o custo marginal de abatimento da 14ª unidade). Estas características das sanções a que ficam sujeitos os participantes no nosso desenho experimental, se ultrapassarem o limite de emissões estipulado em cada período, pretendem captar a regra fixada no artigo 16º da Directiva 2003/87/EC.

Para efeitos de incerteza, utilizamos a mesma distribuição aleatória em todas as sessões experimentais, conforme a tabela 4.5. Só desta forma nos é possível identificar eventuais diferenças nos comportamentos dos sujeitos, em diferentes sessões

¹⁶⁵ A não ser que a distribuição inicial gratuita dos direitos de emissão por parte do regulador se revelasse óptima. Para tal, seria necessário que o regulador detivesse informação perfeita sobre a estrutura de custos das empresas reguladas, o que é normalmente pouco provável que aconteça.

¹⁶⁶ Que se situa entre 128 e 140 pontos, como vemos na secção seguinte.

¹⁶⁷ O sujeito S2 – Espanha - tem o maior custo marginal de abatimento para a 1ª unidade não coberta por títulos gratuitos: 220 pontos < 560.

experimentais, relacionadas com diferentes atitudes face ao risco ou quaisquer outras estratégias de actuação.

Tabela 4.5 - Matriz da incerteza

Período	Sujeito								Total
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	
1	0	1	1	-1	0	1	0	0	2
2	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-2
3	-1	1	0	0	-1	0	-1	-1	-3
4	1	1	0	1	0	1	-1	1	4
5	1	-1	-1	1	0	-1	1	-1	-1
6	-1	-1	0	1	0	-1	-1	-1	-4
7	-1	0	-1	-1	1	-1	-1	-1	-5
8	1	0	0	0	-1	1	-1	-1	-1
9	-1	0	0	1	-1	0	-1	0	-2
10	1	0	1	0	0	0	1	-1	2
Total	-1	2	-1	3	-3	-1	-3	-6	-10

A soma dos 80 valores gerados é -10, o que significa que, no total dos períodos, o abatimento das emissões é de menos 10 unidades que o limite estipulado (ou, o que é o mesmo, as emissões poluentes são mais 10 que o permitido). Como em caso de incumprimento, para além do pagamento da multa, se determinou a diminuição da oferta de títulos de emissão no mesmo montante, este resultado da extracção aleatória implica uma diminuição de 10 títulos de emissão na oferta total dos 10 períodos.

4.4.2.3 – Previsões Teóricas

Depois de fixadas as regras e parâmetros para o mercado de transacção de direitos de emissão a implementar no laboratório, determinamos *ex-ante* os valores óptimos para as quantidades e preços de mercado, respectiva distribuição final de títulos entre os participantes e custo mínimo de abatimento. Estes valores de referência pressupõem um comportamento competitivo e maximizador por parte dos agentes no mercado. Correspondem, portanto, à forma mais eficiente de conseguir o abatimento estipulado

de 27% das emissões de CO₂, face aos níveis previstos para 2010, por parte dos 8 sujeitos (países) incluídos na experiência.

O cálculo dos valores de referência do preço e quantidades de equilíbrio, quer do leilão quer do nosso mercado para transacção de direitos de emissão, tem por base a matriz de incerteza da tabela 4.5 e as condições da oferta e da procura daí resultantes (que apresentamos na tabela 4.6). Por outro lado, tomamos ainda em consideração as implicações sobre o equilíbrio do mercado, de diferentes atitudes dos indivíduos face ao risco. Flutuações aleatórias nas emissões, com repercussões potencialmente negativas nos ganhos dos participantes, justificam que o comportamento óptimo de indivíduos avessos, ou mesmo neutros, ao risco divirja do de sujeitos propensos ao risco. Os primeiros podem optar por uma estratégia de precaução, face à incerteza relativamente ao nível efectivo de emissões, retendo sempre uma licença de emissão (*banking*) para fazer face a esse imprevisto. De forma a não impormos quaisquer hipóteses comportamentais *a priori*, determinamos os valores das referências teóricas contemplando ambas as situações. Seguimos, para o efeito, a abordagem de Godby *et al.* (1997) e utilizamos as mesmas designações que os autores: a referência *Market Equilibrium (Market)* para os valores que consideram a retenção de uma licença de emissão ao longo de toda a sessão e a referência *System Optimum (System)* para a utilização da totalidade dos títulos detidos no período.

Mesmo quando os sujeitos não optam por fazer *banking (System)*, em períodos posteriores à verificação de incumprimento, consequência de flutuações aleatórias, a oferta vem diminuída e a procura de licenças de emissão no mercado inicial, por seu lado, é maior. Se, pelo contrário, o resultado da incerteza trazer um excesso de títulos de emissão, não vendidos no mercado de reconciliação mas guardados para uso posterior, também as condições da procura e oferta do período em que os sujeitos os decidem usar vêm alteradas. Assim se justifica, portanto, que, à excepção do primeiro e último período, as condições da oferta e procura registadas na tabela 4.6 sejam idênticas para os dois cenários – consequência, num caso (*Market*) de decisões voluntárias e, no outro (*System*), de penalizações impostas.

Tabela 4.6 – Oferta e procura de mercado - tratamentos com *grandfathering* e leilão

Período	Oferta		Procura	
	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>
1	88	80	37	45
2	90	90	35	35
3	86	86	39	39
4	85	85	40	40
5	92	92	33	33
6	87	87	38	38
7	84	84	41	41
8	83	83	42	42
9	87	87	38	38
10	86	94	39	31
Total	868	868	382	382

Para o tratamento com *grandfathering*, as curvas de oferta e procura no mercado de transacção de direitos de emissão foram encontradas com base nos valores da tabela 4.4. Ou seja, da agregação dos custos marginais de abatimento das unidades cobertas por licenças de emissão (a negrito na tabela 4.4) encontramos a curva da oferta de mercado, e da agregação das restantes resultou a curva da procura.

Da interacção entre os dois lados do mercado, conforme se verifica na figura 4.12, resulta o equilíbrio concorrencial com a transacção de 8 licenças de emissão a um preço situado entre 128 e 140 pontos. Porém, ainda que a estrutura de custos de abatimento de cada participante fosse constante ao longo da sessão experimental, tal como a oferta total de títulos, as condições de mercado representadas na figura 4.12 não são constantes em todos os períodos. As flutuações aleatórias nas emissões e a possibilidade de *banking*, contempladas no nosso desenho experimental, implicam alterações nas curvas da oferta e procura dos títulos de emissão em cada período e, consequentemente, diferentes preços e quantidades de equilíbrio ao longo da sessão. Este facto implica a determinação de diferentes referências óptimas *ex-ante*, para cada período, e traz também implicações no tipo de análise que é possível fazer, posteriormente, aos resultados experimentais obtidos. A análise habitual do processo de convergência do preço e quantidade de equilíbrio em mercados laboratoriais não pode,

obviamente, ser aplicada. A dinâmica do processo de ajustamento, estudada em experiências com mercados, é feita com condições de oferta e procura constantes, que não existem no nosso mercado laboratorial.

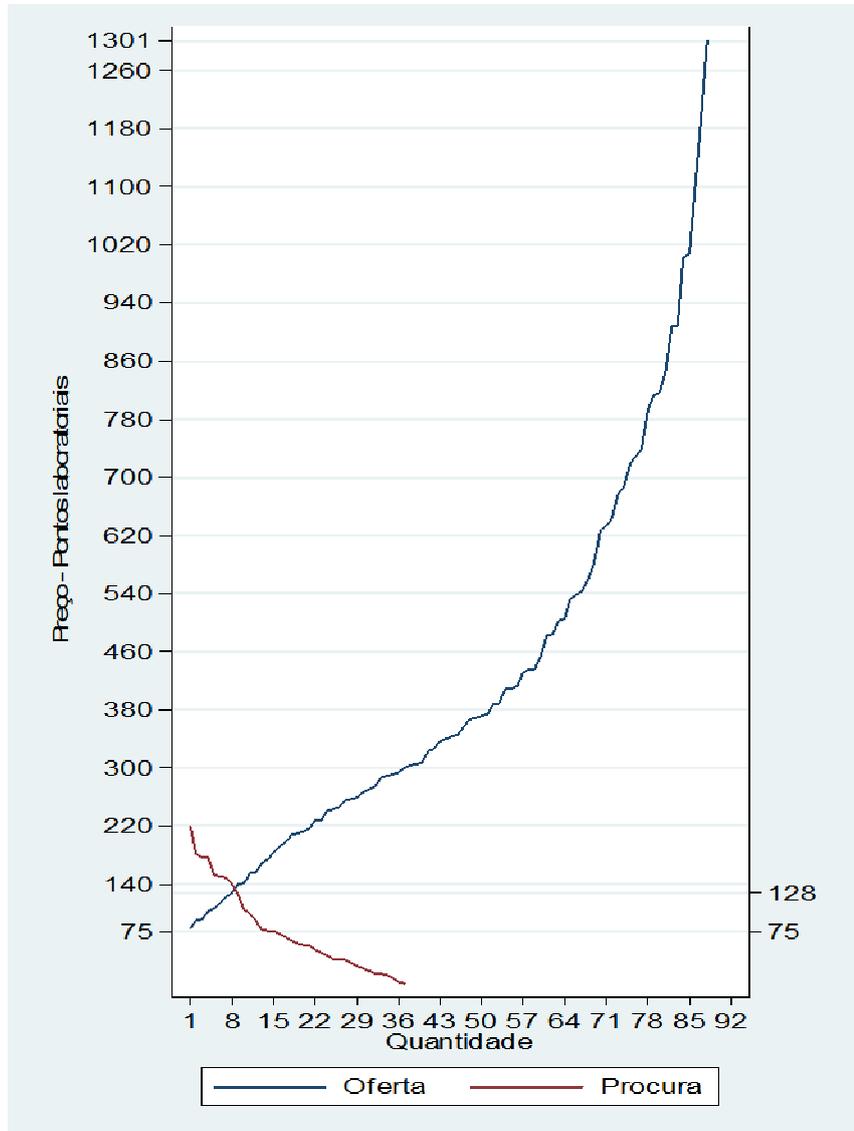


Figura 4.12 – Curvas de procura e oferta de licenças de emissão no mercado (1º Período, tratamento com *grandfathering*)

Portanto, para cada um dos 10 períodos, determinamos o preço e quantidade de equilíbrio através da intersecção das curvas de procura e oferta de títulos de emissão, de forma idêntica ao representado na figura 4.12 – cujos resultados apresentamos na tabela 4.7. Quando todos os participantes na sessão decidem reter um dos títulos de emissão atribuídos (*Market*), o preço de equilíbrio no mercado, no primeiro período, é superior ao cenário alternativo (*System*). Isto porque, a decisão de *banking* de um título no início

do primeiro período, antes ainda da abertura do mercado inicial, provoca um aumento da procura de títulos nesse mercado em oito unidades e uma diminuição da oferta no mesmo montante (como se constata na tabela 4.6). Pelo contrário, no último período, a oferta de títulos aumenta e o preço de equilíbrio é inferior ao que se regista quando não é feita esta retenção de títulos, devido à obrigatoriedade imposta aos participantes em usarem todas as unidades de que dispunham.

Tabela 4.7 – Mercado concorrencial - tratamento com *grandfathering*

Período	Preço equilíbrio		Quantidade equilíbrio	
	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>
1	128-140	157-177	8	10
2	123-127	123-127	8	7
3	140-149	140-149	9	8
4	142-149	142-149	10	9
5	107-127	107-127	5	4
6	140	140	9	8
7	142-151	142-151	10	9
8	142-152	142-152	8	8
9	140	140	9	8
10	140-149	103-105	9	5

No tratamento com leilão, por seu lado, todos os participantes assumem o papel de compradores no leilão inicial, conforme a figura 4.13.

Começando com um preço de 99 pontos no leilão e fazendo acréscimos sucessivos de 20 pontos, como dissemos atrás, as propostas sinceras por parte de todos os participantes dão origem aos resultados inscritos na tabela 4.8.

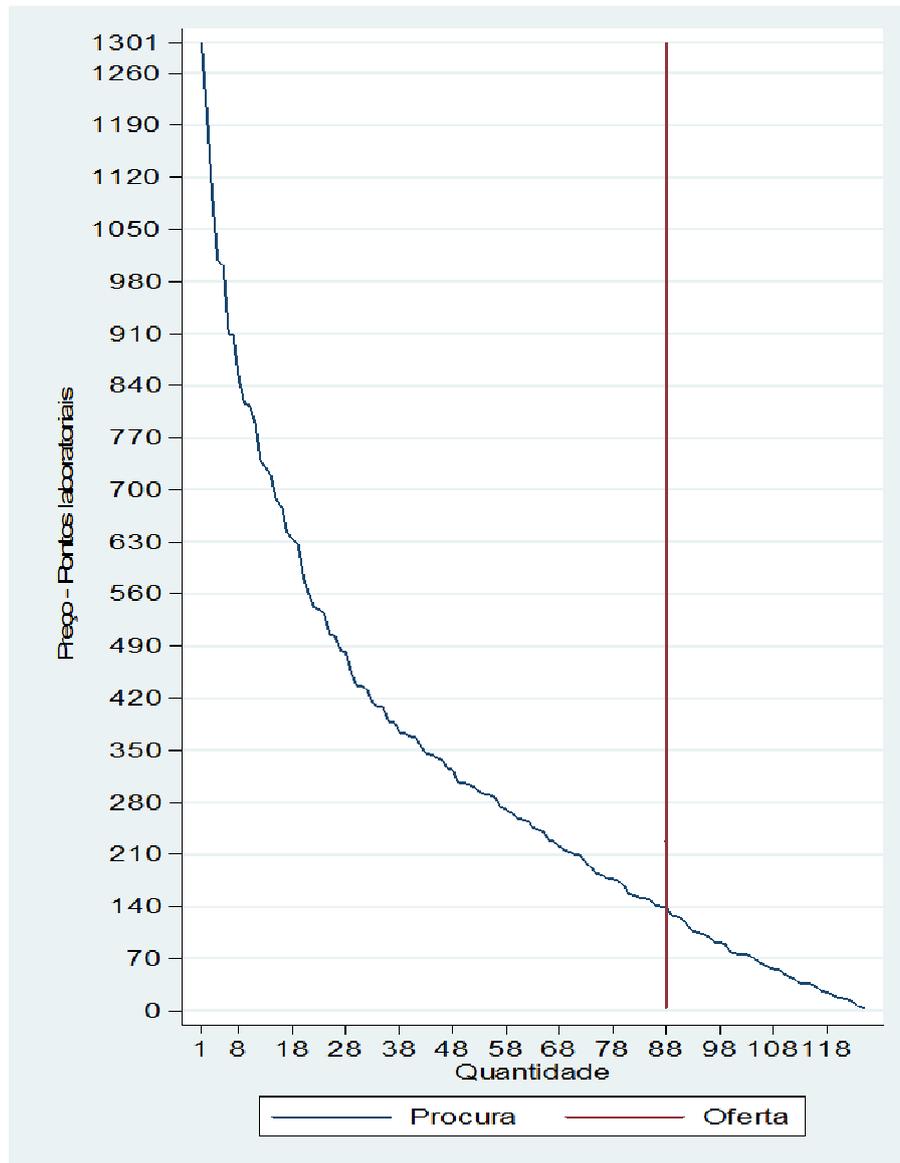


Figura 4.13 – Curvas de procura e oferta de licenças de emissão no leilão inicial, 1º Período

Na tabela 4.8 podemos encontrar os valores de referência para os preços aos quais encerra o leilão, com a venda das 88 unidades disponíveis, respectiva receita arrecadada pelo leiloeiro, em cada um dos 10 períodos (determinada de acordo com as regras de pagamento definidas por Ausabel (2004): $ReceitaTotal = \sum_{i=1}^8 y_i$) e o custo de abatimento resultante da distribuição de títulos feita após encerramento do leilão. Este último é determinado com base nos custos marginais de abatimento da tabela 4.4., isto é, corresponde ao somatório dos custos marginais das unidades para os quais os sujeitos não adquiriram licença no leilão.

Tabela 4.8 – Leilão de Ausabel

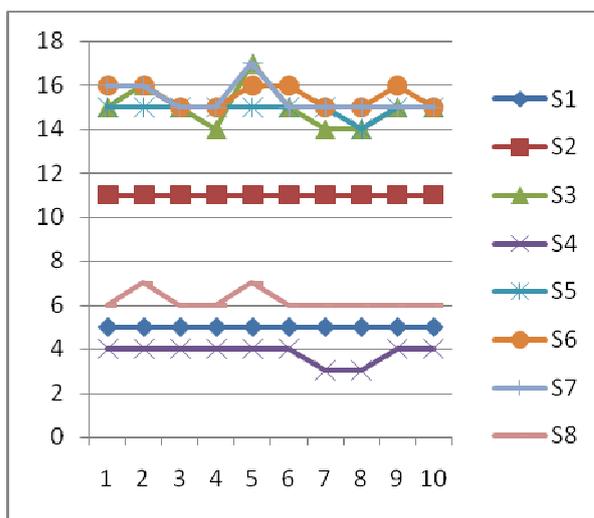
Período	Preço leilão		Receita do leilão		Custo de abatimento após encerramento do leilão	
	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>
1	139	139	10092	10092	2288	2288
2	119	119	9492	9512	2313	2324
3	139	139	10092	10092	2288	2288
4	139	139	10092	10092	2288	2288
5	99	99	8712	8712	2390	2390
6	139	139	10092	10092	2288	2288
7	139	139	10092	10092	2288	2288
8	139	139	10092	10092	2288	2288
9	139	139	10092	10092	2288	2288
10	139	99	10092	8712	2288	2360

Um leilão eficiente, com propostas sinceras por parte de todos os participantes, origina a afectação óptima dos direitos de emissão e explica a inexistência de qualquer transacção lucrativa no mercado que se segue ao leilão – como se constata na tabela 4.9. No entanto, não pode estabelecer-se uma relação de causalidade imediata entre a ocorrência de transacções neste mercado e uma ineficiência do leilão – ou seja, propostas não sinceras por parte dos participantes. A incerteza sobre o nível efectivo das emissões, as regras de penalização impostas para o incumprimento e ainda a possibilidade de *banking* de que os sujeitos dispõem antes de entrarem no mercado explicam que, na tabela abaixo, verifiquemos a ocorrência de algumas transacções neste mercado. O nível médio de preços no mercado é maior no tratamento com leilão do que no tratamento com *grandfathering* precisamente porque no primeiro se transaccionam apenas as unidades em falta devido à penalização ou à decisão de *banking* por precaução (no caso da referência teórica *market equilibrium*). Ao invés, no tratamento com *grandfathering*, para além destas unidades são ainda transaccionadas as unidades necessárias a uma eficiente reafectação das mesmas.

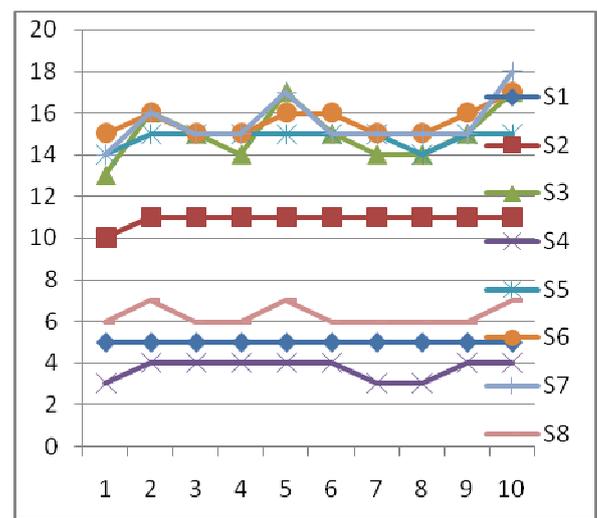
Tabela 4.9 – Mercado concorrencial - tratamento com leilão

Período	Preço equilíbrio		Quantidade equilíbrio	
	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>
1	—	157-177	0	2
2	—	—	0	0
3	140-177	140-177	2	2
4	142-151	142-151	3	3
5	—	—	0	0
6	140-182	140-182	1	1
7	149-152	149-152	3	3
8	151-177	151-177	2	2
9	140-182	140-182	1	1
10	140-151	100-107	2	1

A correspondente distribuição óptima dos direitos de emissão entre os participantes, em cada período, após essas transacções, é a que se encontra na figura 4.14 e é igual quer os títulos sejam leiloados ou distribuídos gratuitamente. Apenas no primeiro e no último período se registam diferenças na correspondente distribuição óptima entre os participantes, para as referências *System* e *Market*.



Previsões teóricas *System optimum*
(*grandfathering* e leilão)



Previsões teóricas *Market equilibrium*
(*grandfathering* e leilão)

Figura 4.14 – Distribuição óptima dos títulos entre os participantes (S1 a S8) após transacções no mercado (e participação no leilão)

Para além do mercado inicial para transacção de licenças de emissão, o nosso desenho experimental contempla, como referimos anteriormente, um mercado de reconciliação e a possibilidade de alterar as decisões de *banking* em resposta às flutuações aleatórias. Por isso, determinamos igualmente as referências *ex-ante* para este mercado, para posterior comparação com os resultados experimentais. Porém, se encontrada a distribuição óptima da figura 4.14, correspondente ao equilíbrio concorrencial no mercado inicial, nenhuma variação aleatória nas emissões poderá ser compensada com uma transacção lucrativa, para ambas as partes, no mercado de reconciliação. Ou seja, não podemos neste caso falar de valores de equilíbrio, porque este efectivamente não existe, como se verifica, a título de exemplo, na figura 4.15. De acordo com a matriz de incerteza utilizada para efeitos de incerteza, no final do 1º período de todas as sessões experimentais, há três sujeitos com um título a mais e apenas um com défice de títulos. Ainda assim, a única transacção que pode registar-se neste mercado não possibilita que ambas as partes do mercado lucrem.

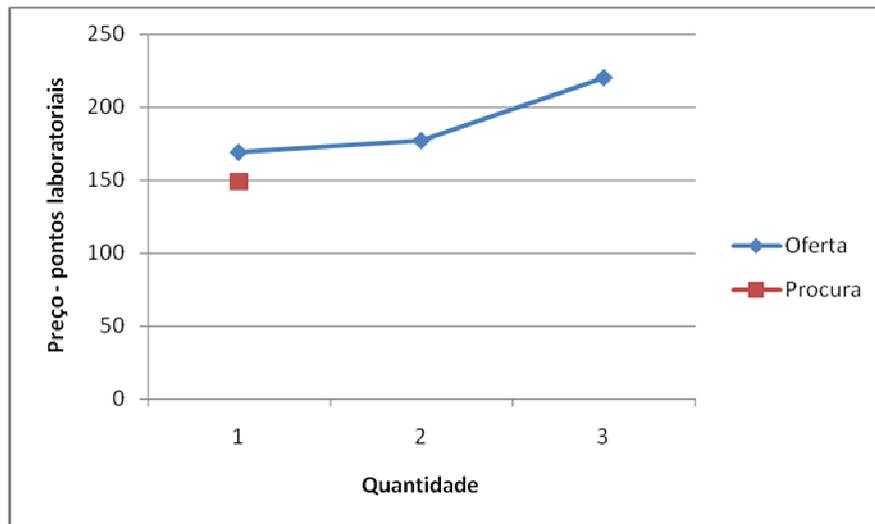


Figura 4.15 – Condições da oferta e procura registadas no mercado de reconciliação, no 1º período (referência *system optimum*)

Existe um enorme poder de mercado por parte dos vendedores no mercado de reconciliação no caso da referência teórica *system optimum*. Ao não ser adoptada uma estratégia de prevenção, com decisão de *banking* antes de participar no mercado inicial, a minimização de perdas causadas por défices imprevistos de títulos de emissão implica a aceitação dos preços propostos pelos vendedores no mercado de reconciliação. Um preço superior ao custo de abatimento da unidade em défice mas inferior ao valor da

multa por incumprimento (560 pontos), minimiza as perdas do período corrente e seguinte (onde seria suportado um custo adicional devido à atribuição de menos uma licença de emissão). Para além da situação desvantajosa em que se encontram os compradores neste mercado, os vendedores vêem o seu poder reforçado pelo facto de ainda terem a possibilidade de *banking* do título excedentário, caso não o vendam no mercado de reconciliação. Ou seja, não precisam de vender o título excedentário a um preço inferior ao pretendido porque o custo de abatimento já suportado permite evitar custos num período posterior.

Porém, quando os participantes optam por reter um título no início da sessão (referência *Market equilibrium*), os vendedores deixam de ter o poder referido. No tratamento com *grandfathering*, por possuírem uma alternativa à compra no mercado de reconciliação, o preço máximo que os compradores estão dispostos a pagar passa a ser igual ao custo marginal de abatimento da unidade guardada. Para os participantes S3 e S7, no tratamento com *grandfathering*, é sempre preferível usar a unidade poupada em vez de comprarem o título em falta no mercado de reconciliação. Estes dois participantes têm custos marginais de abatimento mais reduzidos que os restantes pelo que lhes é sempre mais vantajoso usar a unidade poupada, mesmo sabendo que no período seguinte têm de suportar o custo de abatimento de mais uma unidade, para voltarem a manter uma unidade de reserva por precaução. E é precisamente por isso que no período 4 não se regista nenhuma transacção, como se pode constatar na tabela 4.10. Nesse período apenas o participante S7 tem défice de títulos. Como o custo da unidade poupada para o participante S7 é inferior a qualquer um dos preços teoricamente propostos pelos participantes com excedente no mercado de reconciliação, o melhor que tem a fazer é não comprar a unidade e usar a que já possui.

No tratamento com leilão, não sendo garantido que os sujeitos consigam adquirir licenças no leilão do período seguinte – pois tal depende não só do comportamento do próprio sujeito mas também dos restantes participantes -, assumimos que todos os sujeitos com défice optam por comprar a licença, quando esta existe para venda, quer para a referência *System optimum* quer para a referência *Market equilibrium*.

Tabela 4.10 – Previsões teóricas para o mercado de reconciliação¹⁶⁸

Período	<i>System</i>		<i>Market</i>	
	Preço	Quantidade	Preço	Quantidade
1	140	1	169	1
2	152	3	152	3
3	152	1	152	1
4	149	1	-*	-*
5	177	3	177	3
6	149	1	149	1
7	151	1	151	1
8	177	2	177	2
9	149	1	149	1
10	142	1	107	1

* Ver Nota de Rodapé nº 168.

Em suma, se verificados os comportamentos óptimos no leilão inicial, no mercado e, após as flutuações aleatórias, minimizadas as perdas através do mercado de reconciliação e da possibilidade de alterar decisões de *banking*, atinge-se a redução de 27% nas emissões de CO₂, imposta no nosso desenho experimental, ao menor custo de abatimento, conforme a tabela 4.11 e sob a designação BTU (*Banking & Trading under uncertainty*, nome atribuído, tal como Godby *et. al* (1997), ao mercado para transacção de direitos de emissão, em contexto de incerteza e possibilidade de *banking* de títulos de emissão). Adoptado o comportamento de prevenção por parte de todos os participantes (BTU, *Market*), através da retenção de um título ao longo de toda a sessão, esse custo é ligeiramente superior (1%) ao cenário em que os sujeitos planeiam usar no período actual todos os títulos disponíveis (BTU, *System*) - mas é igual quer os direitos de emissão sejam inicialmente leiloados ou distribuídos de forma gratuita.

Da tabela 4.11 consta ainda o custo de abatimento de uma política de comando-e-controlo, ou seja, o custo de abatimento que seria registado caso os títulos de emissão fossem distribuídos conforme o tratamento com *grandfathering* mas não transaccionáveis e usados, na totalidade, no período para o qual são emitidos - Comando-e-Controlo *System* (CCU_s), de acordo com a abordagem de Godby *et al.* (1997). Este valor é calculado para o contexto de incerteza, pelo que contempla a

¹⁶⁸ Estes valores de referência são idênticos para os dois tratamentos, com *grandfathering* e leilão inicial de títulos. A única excepção diz respeito ao período 4, no tratamento com leilão, para a referência *Market*. Ao contrário do que acontece no tratamento com *grandfathering*, onde determinamos a inexistência de transacções, no tratamento com leilão prevemos uma transacção ao preço de 149.

extracção do valor aleatório relativo ao nível efectivo das emissões e inclui a mesma penalização estipulada para o mercado de transacção de direitos de emissão, o que significa que quando o resultado da extracção aleatória é -1 se atribui, no período seguinte, menos um título de emissão. Comando-e-Controllo *Market* (CCU_M) difere de CCU_s apenas por incluir comportamento de retenção de um título por precaução, por parte de indivíduos neutros ou avessos face ao risco, em todos os períodos da sessão. É precisamente o uso de menos títulos que justifica custos de abatimento totais das emissões mais elevados, sendo esta, porém, a estratégia óptima para sujeitos neutros ou avessos ao risco (tal como tínhamos identificado anteriormente para o nosso mercado).¹⁶⁹

Tabela 4.11 - Custo mínimo de abatimento

Período	BTU		Comando e Controlo		Ganhos Potenciais	
	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>	<i>System</i>	<i>Market</i>
1	2663	3892	3236	4937	18%	21%
2	2002	2002	3057	3057	35%	35%
3	2277	2277	3308	3308	31%	31%
4	3408	3408	5019	5019	32%	32%
5	1871	1871	2895	2895	35%	35%
6	2040	2040	2876	2876	29%	29%
7	2237	2237	3082	3082	27%	27%
8	2947	2947	4156	4156	29%	29%
9	2261	2261	3116	3116	27%	27%
10	2918	1907	3804	3076	23%	38%
Total	24624	24842	34549	35522	29%	30%

Para a instituição de mercado representada, com os parâmetros escolhidos, por forma a aproximar o desenho laboratorial do *EU ETS*, e ainda a inclusão da incerteza, *banking* e mercado de reconciliação, as previsões teóricas, patentes nos valores apresentados, estão conforme a literatura: é indiferente para a eficiência deste instrumento de política ambiental a forma de afectação inicial dos direitos de emissão.

¹⁶⁹ Os valores da tabela 4.11 para a referência *system optimum* contemplam, tal como os de *market equilibrium*, a estrutura de penalização imposta no nosso mercado, com a atribuição de menos um título no período posterior ao incumprimento. Esta constitui uma diferença entre os benchmarks para a política de comando-e-controlo por nós determinados e os de Godby *et al.* (1997), que não incluem, para a referência *market equilibrium* esta penalização. Tal implica custos de abatimento da política de comando-e-controlo menores e, consequentemente, menores ganhos potenciais com a criação do mercado para transacção de direitos de emissão. Mas, sobretudo, implicaria que as diferenças entre os custos de abatimento de uma política de comando-e-controlo e os de um mercado para transacção de direitos de emissão deixassem de estar limitadas à possibilidade de trocas para obtenção de uma afectação óptima proporcionada pelo último, tendo de ser igualmente analisadas à luz dos diferentes sistemas de penalização por incumprimento.

O funcionamento de um mercado para transacção de direitos de emissão com as características apresentadas (BTU) permite, teoricamente, uma redução de cerca de 30% nos custos de abatimento, face a uma política de *Comando-e-Controlo*, quer com *grandfathering*, quer com leilão das licenças de emissão.

4.4.3 – Procedimentos

Todas as sessões experimentais realizadas para os dois tratamentos em análise foram levadas a cabo no laboratório de Economia Experimental da Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho, em Braga. As quatro sessões referentes ao tratamento com *grandfathering* tiveram lugar nos dias 11, 12 e 19 de Novembro de 2008 (duas sessões no dia 11) e as quatro sessões do tratamento com leilão ocorreram nos dias 12, 18, 19 e 20 de Maio de 2009.¹⁷⁰ Os participantes foram recrutados no campus universitário, sobretudo através de anúncio em algumas turmas de cursos de ciências económicas e sociais.

Informaram-se os alunos, no momento do recrutamento, que nessas sessões se pretendia estudar o comportamento dos sujeitos em relação à tomada de decisões económicas, no âmbito de um trabalho de doutoramento, e que poderiam ganhar dinheiro com a sua participação. Foi anunciado o pagamento da taxa de participação de 5€, pela presença no dia, hora e local indicados, e ainda a possibilidade de aumentar os ganhos com as decisões tomadas ao longo da sessão. Os ganhos esperados, por cada participante, e comunicados no momento do recrutamento, eram de aproximadamente 20€ (incluindo a taxa de participação). No caso das sessões para o tratamento com *grandfathering* os estudantes eram informados que estas tinham uma duração esperada de duas horas e meia, enquanto que para as sessões com leilão se esperava que essa duração fosse de três horas.

Todas as sessões decorreram sem qualquer imprevisto, quer no que respeita à duração quer quanto ao desenrolar das tarefas programadas com o software zTree. A

¹⁷⁰ Foram ainda realizadas duas sessões piloto, nos dias 29 de Março de 2008 e 21 de Março de 2009 (para o tratamento com *grandfathering* e leilão, respectivamente), com grupos de participantes de diversa composição (estudantes de licenciatura de várias áreas de estudo, estudantes de doutoramento da Universidade do Minho, profissionais, licenciados e não-licenciados, de várias áreas de ocupação) no sentido de verificar a clareza das instruções desenhadas e a robustez da programação informática das experiências a comportamentos “erróneos” por parte dos participantes e não antecipados pelas investigadoras. Estas sessões piloto determinaram, de facto, a revisão quer das instruções, quer da programação inicialmente realizada em qualquer um dos tratamentos, tendo, por isso, sido de extraordinária valia para o sucesso das sessões subsequentes. Naturalmente que, tratando-se de sessões piloto com o objectivo mencionado, os dados aí recolhidos não fazem parte da análise feita no capítulo 5.

afecção dos indivíduos aos diferentes sujeitos da sessão (S1 a S8, com diferentes dimensões e estrutura de custos) foi feita de forma aleatória. Depois de reunidos os oito indivíduos necessários para cada sessão foi dada ordem para entrarem na sala onde a mesma iria decorrer e se sentarem como quisessem, nos locais assinalados. Ao escolherem um determinado lugar estavam a escolher, de forma não consciente, um determinado papel a desempenhar no mercado. Para a realização das experiências foram utilizados 9 computadores: um por cada participante (e por cada zleaf) mais um servidor, de onde partiam as ordens do zTree.¹⁷¹

O ganho médio por participante foi de 15,83€ e 22,15€ nas sessões com *grandfathering* e leilão, respectivamente. Registou-se um ganho mínimo de 5,1€ e um máximo de 28,34€, numa mesma sessão, do tratamento com *grandfathering*. Os pagamentos foram feitos individualmente, no final de cada sessão, e estão comprovados com o recibo assinado por cada participante. Para além dos 64 participantes efectivos (8 por sessão), compareceram mais 8 estudantes, suplentes, que foram dispensados mas receberam a taxa de participação de 5€ (igualmente comprovada através de recibo assinado pelos próprios).

A explicação das tarefas a desempenhar ao longo da sessão foi feita através da leitura das instruções, que se encontram nos anexos 3 e 4, também distribuídas individualmente a cada participante. Estas foram lidas de forma separada para a 1^a, 2^a e 3^a partes da experiência. Depois de feita uma breve introdução e agradecimento pela presença, na parte inicial da sessão, pede-se aos participantes que não comuniquem entre si depois de iniciadas as tarefas experimentais. É-lhes referido, porém, que a qualquer momento podem solicitar esclarecimentos a qualquer uma das docentes presentes na sala.¹⁷²

Antes de começarem a preencher o questionário com vista à sua caracterização socioeconómica, solicitava-se a todos os participantes que assinassem o impresso do “Consentimento Informado”, conforme o anexo 5. Neste documento, os sujeitos confirmam a informação que lhes é disponibilizada acerca da experiência em que, voluntariamente, aceitam participar. Igualmente lhes é lembrado que são livres de desistir da experiência, a todo o momento, prescindindo dessa forma de quaisquer ganhos.

Com a leitura da 2^a parte das instruções, explica-se aos sujeitos a forma como as

¹⁷¹ No tratamento com leilão usou-se mais um computador, portanto, 10 no total, para abrir a zleaf onde era aplicada a *rationing rule* sempre que necessário.

¹⁷² Em todas as sessões experimentais estiveram presentes a Professora doutora Lígia Pinto e Maria Eduarda Fernandes para implementar as experiências e prestar esclarecimentos, se requeridos.

escolhas feitas na MPL que lhes é apresentada afectam os seus ganhos finais individuais. Esclarece-se também que a extracção das bolas, para determinação dos ganhos, é feita apenas no final da sessão. Depois de surgir no ecrã de cada participante a MPL onde assinalam as respectivas escolhas, a passagem para a 3ª parte da experiência ficava dependente do término das escolhas de todos os indivíduos (não havendo aqui, tal como na 1ª parte, relativa ao inquérito sócioeconómico, limite de tempo para a realização destas tarefas).

As instruções relativas à 3ª parte das nossas sessões experimentais são, naturalmente, maiores e mais demoradas do que as restantes, por dizerem respeito à parte central do presente estudo. A apresentação do mercado laboratorial para transacção de licenças de emissão de CO₂, e do leilão nas sessões que o contemplam, faz-se com uma linguagem neutra. Ou seja, apenas se refere a participação num mercado (e leilão), com determinadas regras que apresentamos, sem quaisquer referências acerca do “bem” transaccionado, questões ambientais ou instrumentos de regulamentação. Tendo por objectivo testar o impacto de determinadas condições e regras institucionais sobre o desempenho deste instrumento de política, consideramos ser a linguagem neutra a mais adequada. Juízos de valor por parte dos participantes acerca da regulamentação ambiental, em geral, ou de mercados para transacção de direitos de emissão, em particular, gera apenas ruído e dificuldades acrescidas na análise dos resultados. Este procedimento, de utilização de terminologia simples e neutra, é aconselhado, por exemplo, por Holt (1995) que considera que quanto mais complexa for, maior é o risco de que as decisões dos indivíduos sejam afectadas pela terminologia e não pelos incentivos subjacentes. Por outro lado, a declaração explícita, nas instruções, de qual o objectivo da experiência introduz um factor de ruído desnecessário na estrutura de incentivos. Por estes motivos, optamos então pela linguagem neutra, adoptando instruções que consideramos claras e completas, permitindo assim a réplica da experiência por qualquer investigador.

Sendo este o procedimento mais habitual na literatura experimental sobre mercados para transacção de licenças de emissão, existem, porém, estudos que referem de forma explícita aos participantes qual o tipo de bem/factor a transaccionar. Os trabalhos de Buckley (2004) e Buckley *et al.* (2003; 2005a; e 2005b) são disso exemplo. Uma das justificações para esta diferente abordagem é a de que a ausência de um contexto claro para a experiência pode igualmente influenciar o comportamento dos indivíduos, devido a potenciais dificuldades em resolver e pensar em problemas abstractos.

Ponderando as duas posições, consideramos de maior relevância o facto de informações sobre restrições ambientais e adopção de determinado tipo de instrumento de política poderem influenciar o comportamento dos participantes no mercado experimental. Daí a nossa opção em evitar que as mesmas fossem fornecidas.¹⁷³ Como dissemos anteriormente, com base na metodologia experimental, pretendemos avaliar a maior ou menor adequação das regras de mercado estabelecidas para a transacção de CO₂ na União Europeia. Portanto, importa avaliar o comportamento dos participantes no mercado sem que o mesmo seja enviesado por quaisquer outros factores que não as próprias regras.

Assim, conforme se pode verificar nos anexos 3 e 4, as instruções da 3ª parte das nossas experiências apenas referem que cada um dos oito participantes em cada sessão representa uma empresa, que tem de entregar uma determinada quantidade de um bem, fixa e igual para os 10 períodos da sessão. Para o efeito incorrem em custos, de acordo com a estrutura que lhes é apresentada.

Porém, algumas dessas unidades que têm de entregar são dadas aos participantes, pelo que não têm de suportar o seu custo, no tratamento com *grandfathering*. Desta forma neutra, através das unidades a entregar não “dadas”, estabelecemos o limite ambiental a cumprir.

A diferente dimensão, estrutura de custos e restrição ambiental dos oito participantes é referida nas instruções da seguinte forma: “*O número de unidades que cada empresa/participante tem que entregar não é necessariamente igual para todas as empresas/participantes. (...) Os custos das unidades e o número de unidades dadas a cada empresa não são necessariamente iguais para todas as empresas*”. Propositadamente, nunca se refere tratar-se de uma regulamentação ambiental, custos marginais de abatimento e licenças de emissão transaccionáveis.

Os ganhos potenciais das transacções no mercado experimental são sintetizados nas instruções da seguinte forma: “*As empresas realizam ganhos por comprarem as unidades que não lhe são dadas a um preço inferior ao seu custo e por venderem as unidades que lhe são dadas a um preço superior ao seu custo*”. Os exemplos fornecidos nas instruções ilustram como participantes com maiores custos, para as unidades não dadas, são os potenciais compradores do mercado e os participantes com menores custos, para as unidades dadas, são os potenciais vendedores.

¹⁷³ Naturalmente que o uso da linguagem neutra requer conhecimento minucioso do problema específico, grande criatividade e grande esforço de adaptação do problema, esforço esse tanto maior quanto a necessidade absoluta de garantir que, nessa adaptação, se mantém o rigor teórico e a completa fidelidade às especificações do problema em análise.

Para o tratamento com leilão, a terminologia é em tudo semelhante, dizendo-se apenas aos participantes que podem reduzir os custos das unidades que têm de entregar comprando-as num leilão, a um preço inferior ao seu custo. Nestas sessões, distribuiu-se aos participantes, adicionalmente, uma folha conforme o anexo 6 onde consta o limite máximo de unidades que podem adquirir no leilão. Esta é uma informação privada, diferindo esse limite entre os participantes, calculado de acordo com a restrição orçamental que atrás referimos, ainda que a mesma nunca seja mencionada aos indivíduos, por implicar apenas esforço cognitivo adicional da sua parte, sem interferência (ou valor) em qualquer decisão a tomar.

A incerteza relativamente ao nível efectivo de emissões, ou de abatimento, é também apresentada aos participantes de forma neutra. As instruções referem a existência de uma flutuação aleatória (-1, 0, +1) no número de unidades detidas, conhecida depois da participação no mercado. Ou seja, é dito aos participantes que podem acabar por deter menos uma, exactamente, ou mais uma unidade do que as necessárias para entrega. A possibilidade de nova participação no mercado para equilibrar posições e a nova decisão de poupança (ou uso de unidades poupadas) são igualmente apresentadas nas instruções sem qualquer referência aos direitos de emissão transaccionáveis.

Com o objectivo de familiarizar os participantes com os ecrãs onde teriam de tomar as decisões relativas à 3ª parte da sessão experimental, proporcionar-lhes alguma experiência e maior compreensão acerca das regras de funcionamento do mercado, realizaram-se dois períodos de treino.

O primeiro consistiu num treino com valores previamente programados para 3 períodos, iguais para todos os participantes, acompanhado com a leitura das instruções. Os valores constantes dos ecrãs de zTree apresentados aos sujeitos nesta fase do treino não correspondem aos utilizados durante os 10 períodos da experiência real, com impactos sobre os seus ganhos monetários.

O segundo treino foi já efectuado com os valores reais para cada participante, durante 2 períodos, de forma individual. A única diferença existente entre este tratamento e o real estava no valor da flutuação aleatória. No treino, foi atribuído no 1º período o valor -1 a todos os participantes e o valor 0 no 2º período enquanto na experiência real foram atribuídos os valores da matriz de incerteza da tabela 4.5. Tal como no 1º treino, os resultados obtidos nesta fase não tinham quaisquer implicações nos ganhos finais dos indivíduos.

Os ganhos, em pontos, obtidos nesta parte da experiência são convertidos em euros, no final da sessão, a uma taxa que é apresentada a todos os participantes. Ou seja, respeita-se, desta forma, a condição da saliência, necessária para a validade experimental. No caso do tratamento com *grandfathering* a taxa utilizada foi de 1 euro = 100 pontos, um valor comum a todos os participantes e anunciado publicamente aquando da leitura das instruções. No tratamento com leilão foi atribuída uma taxa diferente para cada participante, de conhecimento privado (constante na mesma folha onde se informavam os participantes sobre o limite máximo de unidades a adquirir no leilão). Esta última opção deve-se ao facto dos ganhos potenciais dos diferentes participantes, calculados com base nos valores de referência (*benchmarks*), serem muito diferentes (entre 7600 e 83300 pontos, aproximadamente). Assim, o equilíbrio dos ganhos dos participantes, ou diminuição das diferenças entre eles foi conseguido com o mesmo procedimento utilizado, por exemplo, por Godby (1996) ou Carlén (2003), ou seja, aplicação de diferentes taxas de conversão.¹⁷⁴

Para o tratamento com *grandfathering*, apesar de existir igualmente uma grande discrepância nos ganhos potenciais de cada participante, utilizamos um procedimento distinto: tal como Cronshaw e Kruse (1999a), atribuímos um rendimento inicial diferenciado (entre 50 e 1650 pontos).¹⁷⁵ Nas instruções relativas a esta 3ª parte, os alunos são informados que aos ganhos realizados com as decisões tomadas se soma ainda um rendimento inicial, cujo valor é informação privada. O facto de alguns sujeitos terem ganhos potenciais nas transacções extremamente reduzidos foi determinante para esta opção no tratamento com *grandfathering*. Na eventualidade de não conseguirem concretizar essas transacções, e tendo em conta as flutuações aleatórias determinadas pela matriz de incerteza, sem um rendimento inicial estes participantes realizariam ganhos negativos em diversos períodos. E mesmo realizando as transacções eficientes, devido aos valores da matriz de incerteza da tabela 4.5, alguns indivíduos realizam ganhos negativos (causados pelo esquema de penalizações imposto no nosso desenho experimental). Portanto, neste caso, a utilização de rendimentos que somassem aos ganhos obtidos impôs-se, face à alternativa de diferentes taxas de conversão.¹⁷⁶

¹⁷⁴ O valor destas taxas de conversão foi o seguinte: Bélgica (S1) – 1 euro=850 pontos; Espanha (S2) - 1 euro=3500 pontos; Alemanha (S3) – 1 euro=1500 pontos; Grécia (S4) – 1 euro=600 pontos; França (S5) – 1 euro=6000 pontos; Itália (S6) – 1 euro=4200 pontos; Reino Unido (S7) – 1 euro=1900 pontos; Holanda (S8) – 1 euro=700 pontos.

¹⁷⁵ O valor do rendimento inicial atribuído a cada participante foi o seguinte: Bélgica (S1)=1650; Espanha (S2)=800; Alemanha (S3)=50; Grécia (S4)=1300; França (S5)=1450; Itália (S6)=1250; Reino Unido (S7)=400; Holanda (S8)=1350.

¹⁷⁶ Note-se, porém, que o rendimento inicial atribuído a cada um dos participantes maximiza os ganhos dos sujeitos para a referência *market equilibrium*. No tratamento com *grandfathering*, e tendo em conta os parâmetros utilizados, a adopção ou não desta estratégia de prevenção, através do *banking*, tem um enorme impacto nos resultados finais dos participantes.

O sujeito 8 das nossas sessões experimentais, por exemplo, mesmo depois de somado o rendimento inicial de 1350 pontos, tem um

Sendo o salário mínimo em Portugal de 426,5€ e 450€, em 2008 e 2009, respectivamente, ou seja, salário horário inferior a 3€, e tendo em conta o facto de os participantes serem, sobretudo, jovens estudantes, os ganhos potenciais das nossas sessões experimentais são suficientemente incentivadores e compatíveis com os níveis de salário horários alternativos. Garante-se, portanto, o respeito pela condição da dominância e a validade dos nossos resultados experimentais.

Ainda assim, uma das principais objecções à metodologia experimental continua a ser a falta de adequabilidade das recompensas dos sujeitos. Porém, como argumenta correctamente Smith (2002), nenhuma teoria prevê quais as situações eventualmente sensíveis às remunerações que utilizamos e quais aquelas que não o seriam. Ou seja, quando muito, a estrutura de remunerações utilizada na metodologia experimental deveria servir de incentivo à sua modelização teórica explícita e não alvo de críticas.

4.5 – CONCLUSÃO

Depois de identificadas as principais questões a ter em conta aquando da implementação efectiva de um mercado para transacção de licenças de emissão, quer em termos gerais, no capítulo 3, quer em termos específicos para o mercado de CO₂ na União Europeia, no capítulo 2, apresentamos no presente capítulo as questões que decidimos destacar e a metodologia escolhida para o fazer. Não sendo a primeira vez que um estudo experimental é efectuado para avaliar o desempenho de diferentes instituições de mercado para transacção de direitos de emissão, o nosso desenho experimental, sobretudo pelo nível de aproximação que apresenta face ao EU ETS, possui diversas diferenças e inovações. Desde logo pelo cuidado posto na selecção dos parâmetros utilizados nas experiências, na introdução de uma fase de controlo relativamente às atitudes dos indivíduos face ao risco, bem como na escolha quanto às regras do leilão implementado para a afectação inicial das licenças de emissão.

Nas primeiras secções deste capítulo começamos por destacar a importância da

ganho final 1396 pontos nesta parte da experiência se adoptar um comportamento de prevenção (referência *market equilibrium*). No entanto, se usar em cada período a totalidade dos títulos que lhe são atribuídos (referência *system optimum*), mesmo depois de somado o rendimento inicial, tem um ganho potencial de -1905 pontos (correspondentes a -3255 pontos de ganhos pelas decisões). Ora, para permitir que este participante ganhasse os mesmos 14€ (a que correspondem, aproximadamente, os 1396 pontos obtidos com o *banking* por precaução) no *system optimum benchmark* teríamos de lhe atribuir um rendimento inicial de 4651 pontos. Com este montante, caso o S8 retivesse um título por precaução, obteria um ganho final de 4697 pontos, ou seja, ganhava aproximadamente 47€ na 3ª parte da sessão experimental. Portanto, o valor que estipulamos para o rendimento inicial era aquele que minimizava o risco de ultrapassarmos, em muito, a restrição orçamental com que nos deparávamos para a realização das experiências, factores que, necessariamente, fazem parte das preocupações inerentes a este tipo de investigação mas que, quando devidamente contemplados, não interferem na valia científica dos resultados que dela se retiram.

compatibilidade de incentivos para a avaliação de sistemas económicos. Como refere Smith (1982), uma qualquer instituição é compatível em termos de incentivos se a informação e incentivos proporcionados aos agentes individuais for compatível com a obtenção dos resultados óptimos em termos sociais. A utilização da metodologia experimental permite que não estudemos apenas sistemas teóricos que transformem E (características dos agentes) em X (resultados) e possamos, de acordo com os conceitos implícitos na figura 4.1, realizar testes de hipóteses ou comparar o desempenho entre instituições. Concretamente, com a realização das nossas sessões experimentais pretendemos, num primeiro momento, avaliar a adequação das regras adoptadas no EU ETS, aferindo a diminuição do custo de abatimento das emissões face a uma política de comando-e-controlo. De seguida, pretende-se testar a eficiência de um leilão dinâmico do tipo Ausabel (2004) na atribuição inicial dos títulos de emissão e comparar o desempenho de duas instituições onde efectuamos a variação de apenas um dos elementos: a regra de afectação inicial dos títulos de emissão. Desta forma, pretendemos contribuir para o debate acerca da alteração das actuais regras de distribuição inicial de licenças de emissão no seio do EU ETS.

Diferentes regras das instituições económicas constituem para a *New Institutional Economics* (NIE), como referimos no capítulo 3, as variáveis económicas a ter em conta na comparação do desempenho económico resultante de diferentes regras de informação e de estabelecimento dos contratos. Com o mesmo objectivo, na Economia Experimental estas são as variáveis de tratamento. No nosso caso, trata-se do desempenho da instituição laboratorial representada com *grandfathering* dos títulos vs. leilão inicial. Por isso, os parâmetros, regras de *banking* e de participação nos mercados e procedimentos adoptados são exactamente os mesmos. Dessa forma, garantimos ter apenas uma variável de tratamento, responsável por qualquer diferença eventual nos resultados experimentais obtidos.

Tendo justificado detalhadamente, no presente capítulo, as opções quanto às regras adoptadas para a instituição experimental representada e determinado os ganhos potenciais da mesma, efectuamos no capítulo seguinte a análise dos resultados experimentais obtidos e apresentamos as principais conclusões.

5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

5.1 – INTRODUÇÃO

No presente capítulo procedemos à análise dos resultados experimentais obtidos para os dois tratamentos descritos no capítulo 4, começando por lembrar duas questões referidas por Smith (2005) na sua reflexão sobre Hayek e a Economia Experimental.

Por um lado, a questão da criação de incentivos correctos para induzir as pessoas a tomar decisões económicas benéficas, sem ser necessário dizer-lhes explicitamente o que fazer. De acordo com Hayek, os preços, como sistema de informação, exercem essa função. No entanto, como lembra Smith (2005), os sistemas de preços não são únicos mas tão diversos como as indústrias e sectores em que vigoram. As diferentes instituições e restrições existentes em cada sector de actividade constituem detalhes de mercado com enorme influência sobre os preços que aí se verificam, ou seja, sobre o sistema de informação em vigor. Assim, da análise dos nossos resultados experimentais pretendemos avaliar a adequabilidade das regras de mercado estipuladas para o mercado laboratorial de transacção de licenças de emissão de CO₂ à indução dos resultados socialmente óptimos.

Em segundo lugar, num dos tratamentos estudamos algo que “não é”, algo que não existe na realidade: um mercado laboratorial próximo do EU ETS com 100% das licenças de emissão distribuídas num leilão dinâmico do tipo de Ausabel (2004). Ou seja, estudamos no laboratório o impacto de regras diferentes das que se encontram actualmente a ser usadas para a afectação inicial dos direitos de emissão (*grandfathering*, enquanto regra, e não leilão). Além disso, mesmo em mercados para transacção de licenças de emissão onde se efectua o seu leilão inicial – total ou parcial – as regras em vigor são diferentes das que testamos laboratorialmente. Porque não utilizar o leilão dinâmico de Ausabel para licenças de emissão? Com as nossas sessões experimentais geramos dados que permitem analisar o impacto dessas regras e contribuem para um maior conhecimento na área. A comparação entre os dois tratamentos experimentais em consideração permite-nos estudar uma alteração social, actualmente em discussão no seio da UE. Analisar o potencial de um “novo” EU ETS,

que não existe, permite-nos identificar novas situações que geram procura por novas regras e alterações institucionais.

Para o efeito, começamos por analisar, em separado, os resultados da 3ª parte dos dois tratamentos experimentais - *grandfathering* e leilão¹⁷⁷ -, procedendo, posteriormente, à comparação do desempenho das instituições representadas e avaliação do impacto da nossa variável experimental: o método de afectação inicial dos direitos de emissão. A definição das nossas hipóteses de trabalho assenta, sobretudo, em resultados anteriores (empíricos e experimentais), pois o objectivo principal é testar instituições e não teorias, apesar de pretendermos também aferir se alguns resultados previstos pela teoria continuam a verificar-se quando alguns dos pressupostos da mesma são violados.

Hipótese 1: Uma estrutura de mercado laboratorial como a que representamos, semelhante à do EU ETS, com *grandfathering*, permite a obtenção do preço e quantidade de equilíbrio concorrenciais, logo, minimiza o custo de abatimento do objectivo ambiental fixado pelo regulador.

Ou seja, não se tratando de um mercado perfeitamente competitivo, com particularidades como a possibilidade de *banking* ou o mercado de reconciliação, procuramos confirmar se a utilização deste instrumento de política dá origem à distribuição óptima dos direitos de emissão. Avaliamos, no fundo, se os resultados experimentais obtidos permitem apoiar a hipótese de Hayek, relativamente ao correcto funcionamento do sistema implementado conseguido, com a participação de indivíduos na posse de muito pouca informação

No que respeita ao segundo tratamento experimental, com leilão de 100% das licenças de emissão de CO₂, no início de cada um dos 10 períodos, procuramos testar experimentalmente o desempenho do modelo de Ausabel (2004) para uma situação com características tão particulares como as que consideramos: leilão seguido de mercado secundário, possibilidade de *banking* e incerteza na procura. O modelo de Ausabel (2004) prevê solucionar o problema do conluio entre participantes em leilões de múltiplas unidades homogéneas – através da redução da procura -, maximizando a eficiência do leilão e as receitas obtidas pelo leiloeiro.

¹⁷⁷ De forma semelhante ao que fazemos em Botelho *et al.* (2009a; 2009b), respectivamente.

Hipótese 2: O tipo de leilão implementado (Ausabel (2004)), no seio de uma instituição como a que representamos laboratorialmente, dá origem a um resultado eficiente, colocando os direitos de emissão na posse dos sujeitos que mais os valorizam.

Para além de avaliarmos a distribuição de licenças de emissão de CO₂ que resulta do encerramento do leilão de Ausabel, pretendemos igualmente analisar o comportamento dos participantes nas restantes fases destas sessões experimentais (*banking*, participação no mercado inicial e no mercado de reconciliação) e consequente resultado final no que respeita aos custos de abatimento totais e eficiência da instituição representada.

Hipótese 3: Uma estrutura de mercado laboratorial como a que representamos, semelhante à do EU ETS, mas com leilão inicial das licenças de CO₂, permite a obtenção do preço e quantidade de equilíbrio concorrenciais, logo, minimiza o custo de abatimento do objectivo ambiental fixado pelo regulador.

Depois de analisados, separadamente, os resultados dos dois tratamentos experimentais, testamos o impacto do método de afectação inicial dos direitos de emissão sobre a eficiência do sistema. Ou seja, mesmo com uma estrutura de mercado de concorrência imperfeita como a que representamos, avaliamos se o resultado de Montgomery (1972) se mantém: a eficiência do mercado para transacção de direitos de emissão é independente da afectação inicial dos mesmos.

Hipótese 4: A eficiência obtida no mercado para transacção de direitos de emissão de CO₂ que representamos laboratorialmente é igual quer a sua distribuição inicial seja através de *grandfathering* ou leilão. Equivale, portanto, a dizer que o custo mínimo de abatimento dos dois tratamentos é igual.

Esse mesmo custo mínimo de abatimento é, porém, obtido com a realização de diferentes transacções no mercado inicial, conforme as tabelas 4.7 e 4.9 para o tratamento com *grandfathering* e com leilão, respectivamente.

Hipótese 5: No tratamento com leilão, os preços de equilíbrio no mercado inicial para transacção de direitos de emissão são superiores aos preços de

equilíbrio do tratamento com *grandfathering*, passando-se o oposto com as quantidades de equilíbrio.

Por outro lado, no que respeita ao mercado de reconciliação e quantidade de títulos não usados (*banking*) não temos qualquer motivo para esperarmos, a priori, qualquer diferença entre os dois tratamentos.

Hipótese 6: Os preços e quantidades transaccionadas no mercado de reconciliação são idênticos no tratamento com *grandfathering* e com leilão, o mesmo se passando com o *banking* total.

Por último, de referir ainda uma outra hipótese de trabalho, comum a ambos os tratamentos. Dado o contexto de incerteza sobre o nível efectivo de emissões, com penalizações previstas para o incumprimento, pretendemos avaliar a utilização do *banking* como estratégia de protecção face ao risco. A eliciação das preferências dos participantes relativamente ao risco, efectuada no início de cada sessão experimental através de uma MPL, permite classificar os sujeitos como avessos, neutros ou propensos ao risco e comparar o seu comportamento de *banking* com o que seria expectável, nomeadamente segundo Godby *et al.* (1997):

Hipótese 7: Neutralidade ou aversão ao risco dos participantes implica o *banking* de um título ao longo de toda a sessão.

Antes, porém, de procedermos à análise dos resultados que permite testar as hipóteses formuladas, começamos por caracterizar a nossa amostra, analisando os resultados da 1ª e 2ª parte das sessões experimentais de ambos os tratamentos.

5.2 – CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A primeira e segunda parte das nossas sessões experimentais servem, essencialmente, para caracterização da amostra utilizada e controlo na análise dos resultados obtidos no mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão. Com este objectivo em mente, começamos então por analisar os resultados dessas duas partes, relativos ao inquérito sócio-demográfico e MPL para eliciação das atitudes face ao risco.

5.2.1 – Caracterização socioeconómica

Do grupo de 64 sujeitos que participou nas oito sessões experimentais, a esmagadora maioria é solteira (apenas 2 casados), 2 são alunos Erasmus, a média de idades é de 21 anos e a representatividade do sexo feminino é ligeiramente superior ao masculino (55% da amostra).

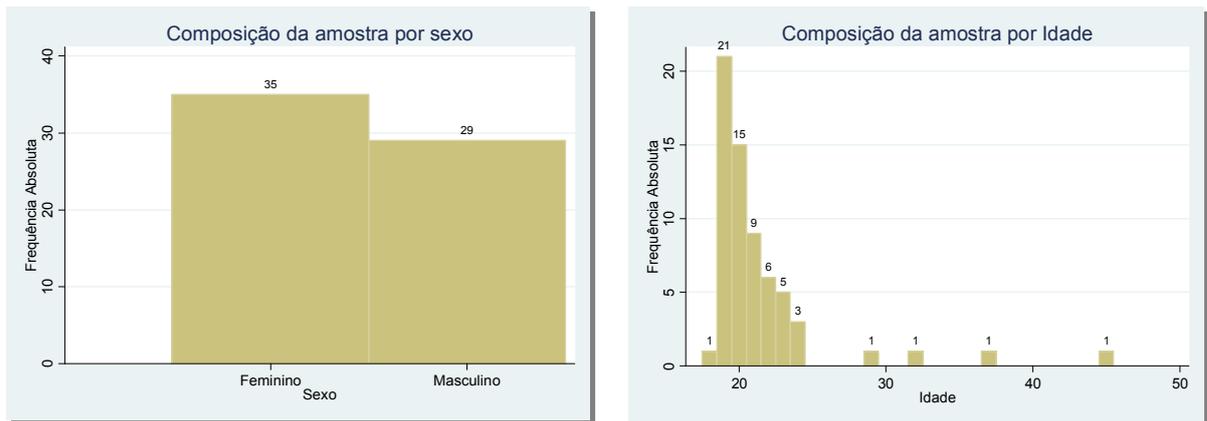


Figura 5.1 – Composição da amostra por sexo e idade

Tendo em conta o facto de a nossa amostra ter sido retirada da população de estudantes da Universidade do Minho, em Braga, as suas características, quer pessoais quer académicas, não são surpreendentes.

Como se pode verificar através da tabela 5.1, a maioria dos participantes são estudantes do curso de Gestão e do 2º ano de licenciatura. Mais de metade dos participantes afirma ter uma média de curso superior ou igual a 13 valores e 62,5% espera conseguir concluir um Mestrado.

No que respeita à situação profissional dos indivíduos que participaram nas nossas sessões experimentais, 87,5% são estudantes a tempo inteiro, ou seja, estudantes que não exercem qualquer função remunerada, como é possível constatar na figura 5.2.

Porém, 65,6% dos sujeitos afirma receber bolsa ou outro tipo de ajuda financeira para suportar os custos dos estudos, o que é compatível com os baixos rendimentos mensais do agregado familiar da maioria dos participantes (75% com menos de 2000€ mensais) e com o baixo nível de escolaridade dos encarregados de educação (a maioria dos pais e mães dos indivíduos possuem apenas o ensino básico) – conforme se constata na figura 5.3.

Tabela 5.1 – Situação Académica actual e esperada

Variável	Freq. Abs.	%
Curso		
Economia	16	25.00
Gestão	45	70.31
Adm. Pública	1	1.56
Rel. Internacionais	1	1.56
Humanidades	1	1.56
Total	64	100
Situação Académica		
1º ano de licenciatura	1	1.56
2º ano de licenciatura	43	67.19
3º ano de licenciatura	15	23.44
4º ano de licenciatura	4	6.25
Não sou estudante	1	1.56
Total	64	100
Média Actual/ Final de Curso		
8	2	3.13
10	1	1.56
11	6	9.38
12	20	31.25
13	20	31.25
14	10	15.63
15	1	1.56
16	1	1.56
17	2	3.13
18	1	1.56
Total	64	100
Grau Académico Esperado		
Licenciatura	6	9.38
Pós-graduação	4	6.25
Mestrado	40	62.50
Doutoramento	14	21.88
Total	64	100

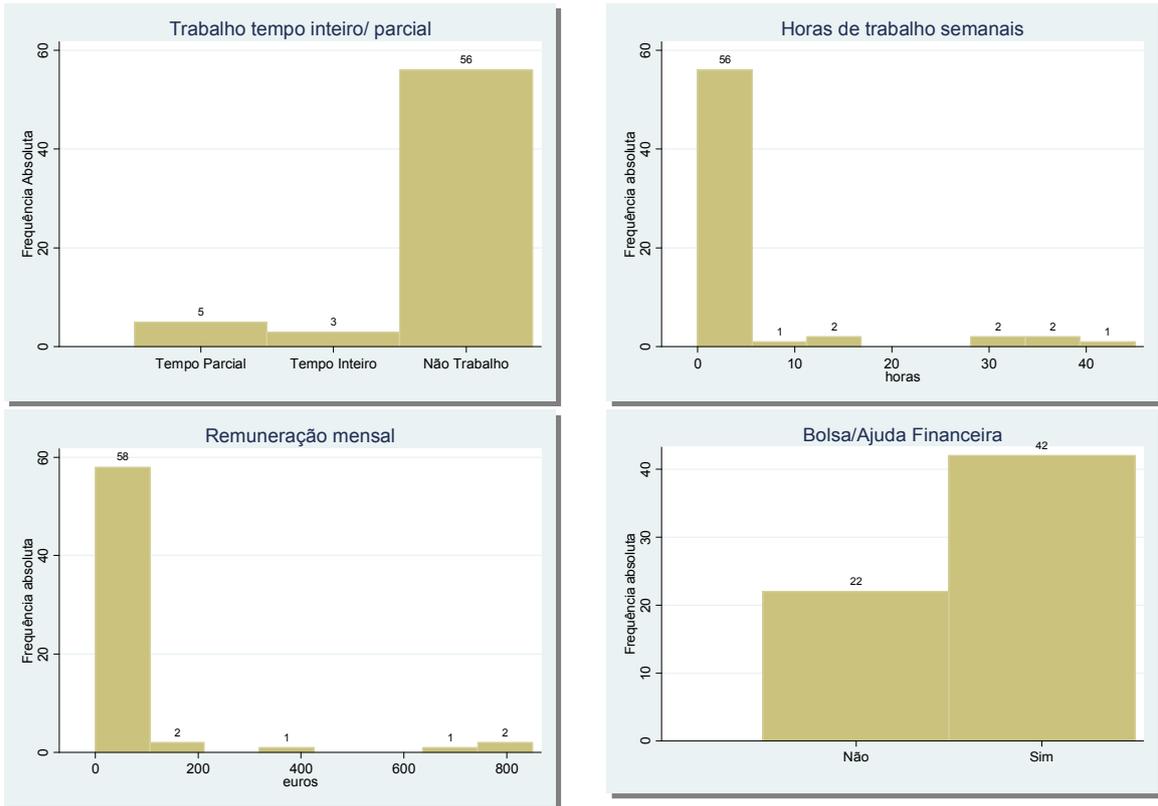


Figura 5.2 – Situação profissional e financeira dos participantes

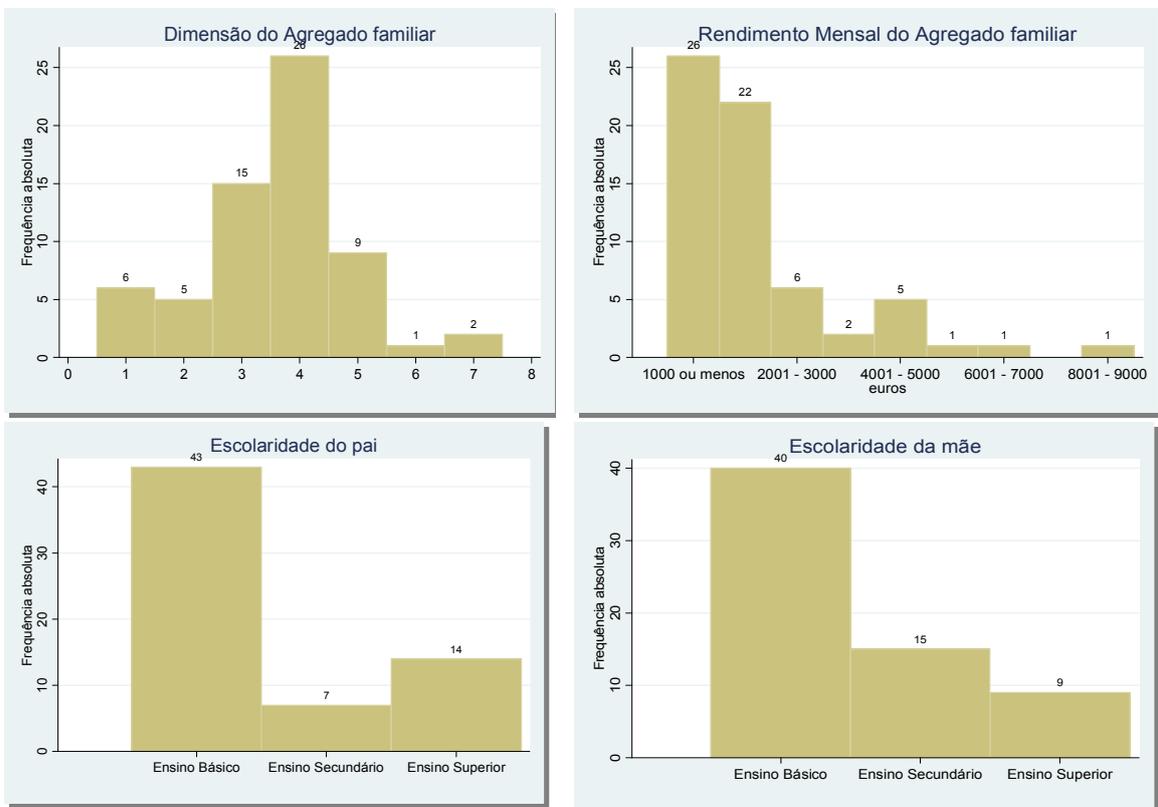


Figura 5.3 – Caracterização do agregado familiar

Face a esta caracterização da amostra, em termos de rendimentos, vemos reforçada a convicção de ter sido respeitada a condição da dominância nas nossas sessões experimentais.

Os dados apresentados caracterizam uma amostra representativa da população de onde foi retirada: estudantes universitários. Não se pretende que as conclusões retiradas dos resultados obtidos no mercado experimental sejam aplicadas a esta população. Tão-somente, como dissemos no início do capítulo, estes indivíduos têm um raciocínio semelhante ao que está implícito nos modelos económicos. O não funcionamento de uma instituição de mercado como esta, num ambiente simplificado como é o do laboratório, coloca necessariamente em causa o seu funcionamento em realidades bem mais complexas.

5.2.2 – Atitudes individuais face ao risco

O intervalo de r , coeficiente de aversão relativa ao risco de Arrow-Pratt, que consta da tabela abaixo, tal como a respectiva classificação da atitude face ao risco, foi calculado de acordo com Holt e Laury (2002). Os valores das lotarias escolhidos por estes autores definem um padrão de escolhas com neutralidade face ao risco – 4 escolhas seguras seguidas de 6 escolhas arriscadas - ótimo para aversão relativa ao risco constante (CRRA) no intervalo (-0.15, 0.15). Por outro lado, esses mesmos valores fazem com que o padrão de 6 escolhas seguras seguido de 4 escolhas arriscadas seja ótimo no intervalo (0.41, 0.68). Da leitura da tabela 5.2 verificamos que, se um sujeito começar por escolher a Forma A de pagamento nas 4 primeiras decisões, mudando para B na decisão 5, este é neutro face ao risco. À medida que nos deslocamos para baixo na tabela então o nível de aversão ao risco aumenta.

Com base no preenchimento da MPL, apresentada no capítulo 4 (figura 4.2), verificamos que no total das nossas oito sessões experimentais temos uma maior proporção de escolhas seguras em cada uma das dez decisões da MPL do que a previsão teórica de neutralidade face ao risco, assinalada a vermelho na figura 5.4, e também maior do que a verificada em Holt e Laury (2002) – como é visível na tabela 5.2. Os participantes nas nossas sessões experimentais revelam-se, na sua esmagadora maioria, avessos ao risco.

Tabela 5.2 – Classificação da aversão ao risco com base nas escolhas binárias entre as lotarias A e B

Nº de escolhas seguras	Intervalo CRRA para trocar de A para B	Classificação das preferências face ao risco	Proporção das escolhas	
			Holt e Laury (2002)	Presente estudo (2008/09)
0-1	$r < -0.95$	Extremamente propenso ao risco	0.01	0
2	$-0.95 < r < -0.49$	Muito propenso ao risco	0.01	0.02
3	$-0.49 < r < -0.15$	Propenso ao risco	0.06	0.03
4	$-0.15 < r < 0.15$	Neutro face ao risco	0.26	0.05
5	$0.15 < r < 0.41$	Ligeiramente avesso ao risco	0.26	0.22
6	$0.41 < r < 0.68$	Avesso ao risco	0.23	0.31
7	$0.68 < r < 0.97$	Muito avesso ao risco	0.13	0.17
8	$0.97 < r < 1.37$	Extremamente avesso ao risco	0.03	0.09
9-10	$1.37 < r$	Excessivamente avesso ao risco	0.01	0.11

Procuramos aferir a existência de quaisquer características da amostra utilizada que pudessem explicar a classificação obtida na MPL, usando para o efeito os resultados obtidos no questionário socioeconómico. Tendo em conta o carácter ordenado, monótono e não independente das opções tomadas por cada indivíduo para as 10 decisões da MPL, o modelo escolhido para a análise dos dados obtidos foi o Probit ordenado.¹⁷⁸ Como salientam Harrison *et al.* (2005), a especificação deste modelo apresenta para o nosso estudo três vantagens essenciais. Em primeiro lugar, reconhece a ordenação natural das 10 decisões que é central nesta tarefa experimental. Em segundo lugar, reconhece que as 10 decisões observadas para cada um dos participantes nas experiências não são dez observações independentes – por exemplo, a probabilidade de uma escolha segura passa a ser zero depois de efectuada uma escolha arriscada. Por último, o probit ordenado permite estimar o modelo sem imposição de quaisquer restrições acerca da forma da função utilidade.

¹⁷⁸ Modelo proposto, na sua forma mais actual, por McElvey e Zavoina (1975) para a análise de resultados, escolhas ou respostas individuais ordenadas, categóricas ou não-quantitativas, na área das ciências sociais.

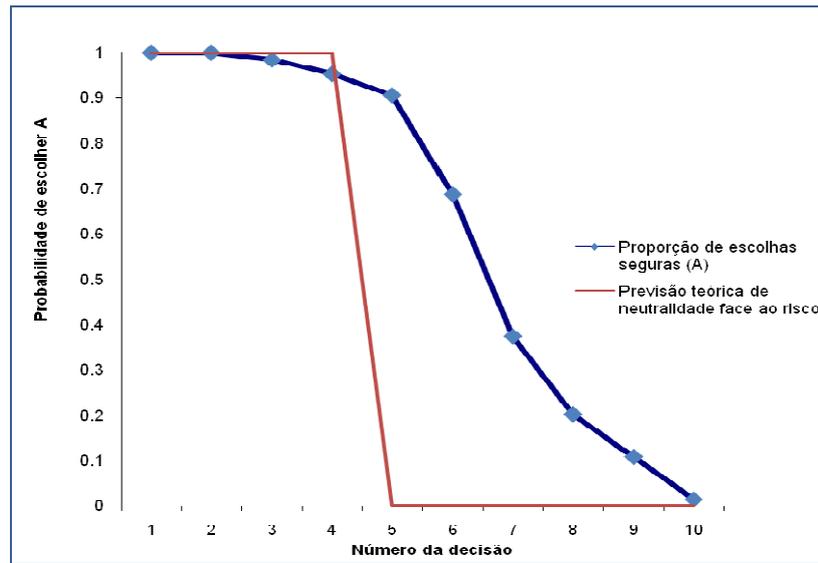


Figura 5.4 – Proporção de escolhas seguras (Forma A) em cada decisão, no total das 8 sessões (azul) e previsão teórica (vermelho)

Assim, estimamos a probabilidade de escolha de A (opção segura) em função dos indicadores socioeconómicos. No entanto, como nem os sinais nem a magnitude dos coeficientes estimados do modelo de escolhas ordenadas são directamente interpretáveis procedemos de seguida à estimação dos efeitos marginais,¹⁷⁹ permitindo-nos constatar o seguinte.

Não existem diferenças significativas nas escolhas efectuadas entre homens e mulheres, apesar da probabilidade das mulheres escolherem a forma de pagamento A ser um pouco mais elevada. Ou seja, ser mulher reduz a probabilidade de efectuar a escolha mais arriscada (forma de pagamento B) pela primeira vez nas decisões 4, 5 ou 6 em 5.6, 6 e 15 pontos percentuais, respectivamente. Por seu lado, aumenta a probabilidade de realizar essa escolha apenas na decisão 9 em 5.6 pontos percentuais e em 6.1 pontos percentuais apenas na escolha 10. Tendo verificado que a nossa amostra é constituída por 55% de participantes do sexo feminino estes resultados ajudam a explicar, em parte, o elevado nível de neutralidade/ aversão ao risco que identificamos.

Relativamente à composição da nossa amostra por idade, verificamos que a probabilidade de efectuar a escolha mais arriscada (forma de pagamento B) pela primeira vez nas decisões 4, 5 ou 6 aumenta em 6.8, 6.4 e 12.4 pontos percentuais,

¹⁷⁹ Os resultados das regressões desta secção, obtidos com recurso ao Stata9, encontram-se no anexo 7.

respectivamente, para sujeitos com mais de 22 anos de idade e diminui a probabilidade de realizar essa escolha apenas na decisão 9 em 4.5 pontos percentuais.

Para as restantes características sócio-económicas os efeitos marginais são extremamente reduzidos. Por exemplo, a probabilidade de efectuar a escolha mais arriscada pela primeira vez nas decisões 4, 5 ou 6:

- diminui em 1, 1.2 e 3 pontos percentuais, respectivamente, para alunos do 1º ou 2º ano da licenciatura e aumenta a probabilidade de realizar essa escolha apenas na decisão 9 em 1 ponto percentual.
- diminui em 1.5, 1.6 e 4 pontos percentuais, respectivamente, para sujeitos que esperam vir a completar um mestrado ou doutoramento e aumenta a probabilidade de realizar essa escolha apenas na decisão 9 em 1.4 pontos percentuais.

Por seu lado, não nos é igualmente possível identificar um padrão de comportamento que diferencie as atitudes face ao risco de alunos com média de curso mais elevada ou mais baixa (com sinais e magnitude das probabilidades semelhantes para os alunos com média de curso menor ou igual a 11 valores e para os sujeitos com média maior ou igual a 14 valores). Por último, o efeito marginal do nível educacional quer do pai quer da mãe dos participantes nas nossas sessões experimentais para as suas escolhas revela-se bastante reduzido, o mesmo acontecendo em relação ao nível de rendimento do agregado familiar e ao facto dos participantes usufruírem ou não de bolsa de estudos.

Em suma, o maior nível de aversão ao risco revelado pelos participantes nas nossas sessões experimentais, face quer às previsões teóricas quer aos resultados de estudos anteriores, não parece poder ser imputado a nenhuma característica em particular da nossa amostra.

Como dissemos no capítulo anterior, o uso da MPL para eliciação das atitudes face ao risco nos nossos tratamentos experimentais tem como principal objectivo testar a hipótese avançada na literatura, nomeadamente por Godby *et al.* (1997), de que determinados comportamentos *de banking* resultam de diferentes atitudes face ao risco. Para o efeito, comparamos o comportamento de *banking* de cada sujeito com a classificação das suas atitudes ao risco, através das respostas à MPL.

De acordo com a classificação de Godby *et al.* (1997), sujeitos neutros ou avessos ao risco tenderiam a reter, ao longo de toda a sessão, uma licença de emissão como estratégia de precaução face à incerteza quanto à procura efectiva em cada período. No nosso desenho experimental tal implicaria, portanto, que se todos os participantes de uma mesma sessão se classificassem como neutros ou avessos ao risco houvesse um total de oito unidades guardadas no início de cada período ou, dito de forma diferente, um *banking* total na sessão, por sujeito, igual a nove unidades.¹⁸⁰ Da eliciação das atitudes ao risco efectuada na 2ª parte das nossas sessões experimentais, com base na MPL de Holt e Laury (2002), apenas 3 dos 64 participantes são classificados como propensos face ao risco, sendo todos os restantes neutros ou avessos ao risco. Portanto, o comportamento de *banking* esperado por parte destes 61 sujeitos seria a retenção de um título ao longo da sessão (num total de 9 por sujeito) – correspondente ao *market equilibrium benchmark* referido no capítulo anterior. Porém, testada a hipótese da mediana do total de títulos guardado no início dos 9 períodos da sessão em que o *banking* era permitido, ser igual a 9, esse comportamento não é confirmado no conjunto da nossa amostra ($z=-4.095$ e $p=0.0000$).¹⁸¹ Não deixa igualmente de ser verdade que esses sujeitos retêm em média 6.5 títulos, ou seja, uma média de 1 título em mais de 70% desses 9 períodos da sessão, contrariamente ao que acontece com os sujeitos propensos ao risco.

¹⁸⁰ Ainda que possa ser sempre o mesmo título, guardado logo no 1º período, este *banking* total por sujeito corresponde à soma dos títulos guardados no início de cada período da sessão (igual a 9 e não a 10, porque no último período se impôs a utilização de todas as licenças atribuídas).

¹⁸¹ Através do Wilcoxon *signed-rank test*, dada a rejeição da hipótese de normalidade desta variável, para o conjunto de indivíduos neutros/avessos ao risco (Anexo 7).

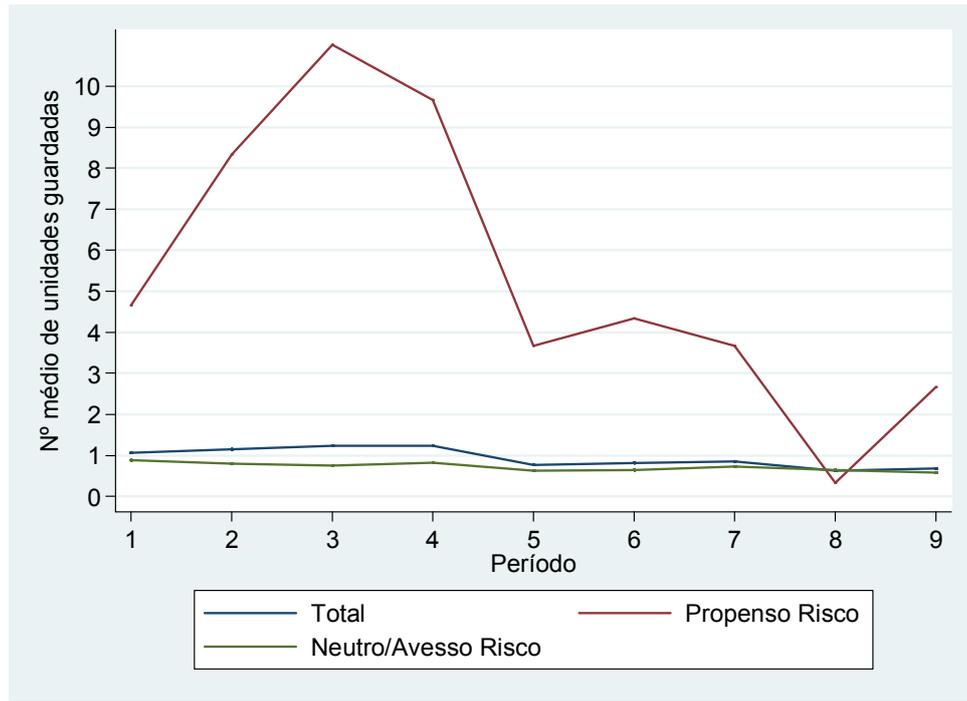


Figura 5.5 – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante

Nota: Total – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante (64 sujeitos)

Neutro/Averso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante classificado como Neutro/Averso ao Risco (61 sujeitos)

Propenso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante classificado como Propenso ao Risco (3 sujeitos)

A figura 5.5 confirma a discrepância entre as classificações das atitudes dos sujeitos face ao risco quando consideramos as suas respostas na MPL e quando analisamos o seu comportamento de *banking* ao longo da sessão. Se, como dissemos, os sujeitos neutros/avessos ao risco não guardam 1 título por período mas 0.65, a divergência de comportamento dos sujeitos propensos ao risco, face à previsão teórica de uso da totalidade dos títulos atribuídos em cada período é incomparavelmente superior, como ilustra a figura 5.5. Ao invés de um valor médio de *banking* igual a zero em todos os períodos, registamos um número muito superior de unidades guardadas no início de cada período por parte dos sujeitos propensos ao risco. Este resultado, porém, deve-se essencialmente ao comportamento de *banking* “excessivo” ao longo de toda a sessão de um participante: o sujeito 5 da sessão 5. No final do 3º período, este indivíduo chega a acumular 32 direitos de emissão quando as suas necessidades totais, por período, são de 18 unidades. Efectivamente, se excluído este *outlier* da nossa análise,

verificamos que o comportamento dos dois sujeitos propensos ao risco (de acordo com a MPL de Holt e Laury (2002)) já não diverge totalmente da previsão teórica ($banking=0$).

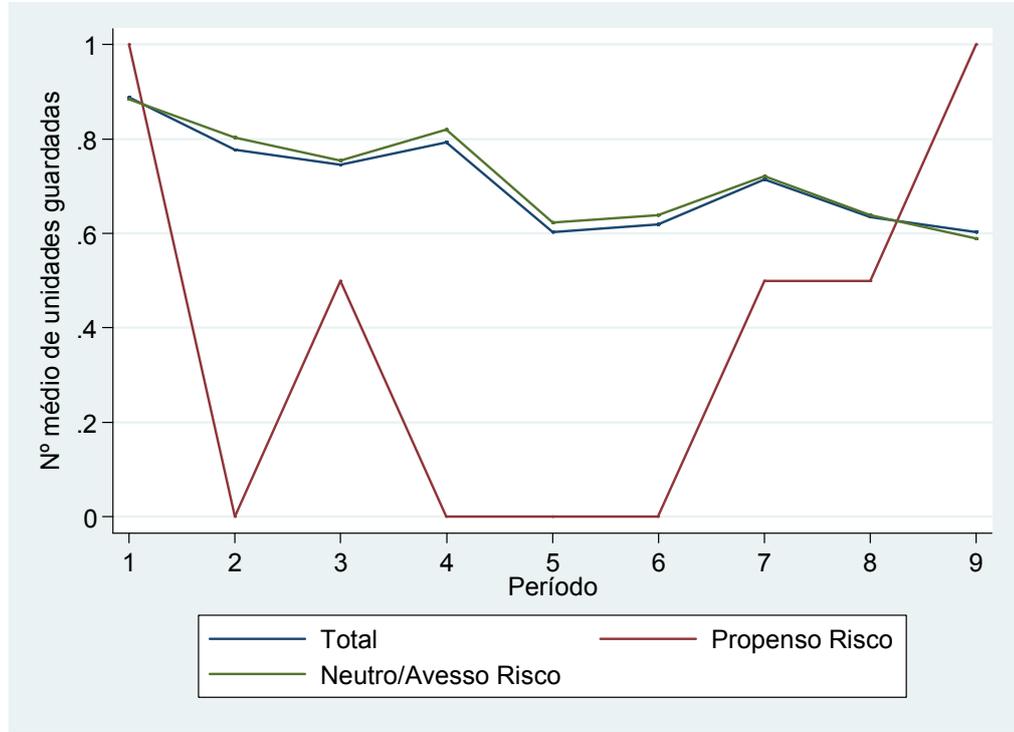


Figura 5.6 – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante, excluindo o sujeito 5 da sessão 5 (*outlier*)

Nota: Total – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante (63 sujeitos) - excluindo o sujeito 5 da sessão 5

Neutro/Averso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante classificado como Neutro/Averso ao Risco (61 sujeitos)

Propenso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante classificado como Propenso ao Risco (2 sujeitos) - excluindo o sujeito 5 da sessão 5

O comportamento extremo do participante excluído da figura 5.6 revela, claramente, que este participante não encarou a possibilidade de *banking* como uma forma de prevenção face ao risco de incumprimento indiciando, pelo contrário, a sua utilização como uma estratégia para influenciar o mercado. Trataremos esta questão novamente nas secções que se seguem, sobre a análise do desempenho do nosso mercado laboratorial para transacção de licenças de emissão.

Ainda que em termos gráficos seja possível encontrar diferenças no comportamento de *banking* dos sujeitos classificados como propensos face ao risco, comparativamente com o comportamento análogo de sujeitos neutros/avessos ao risco, a

verdade é que essa diferença não é estatisticamente significativa. Esse resultado, confirmado pelo teste de Mann-Whitney-Wilcoxon ($z=0.289$ e $p=0.7728$),¹⁸² pode ficar a dever-se à enorme discrepância quanto ao número de sujeitos propensos ao risco face ao número de participantes classificados como neutros/avessos ao risco. Ainda assim, os dados recolhidos são de extrema relevância pois permitem testar esta hipótese teórica, que até ao momento não o havia sido.

Aqui chegados, estamos em condições de sintetizar o primeiro resultado obtido com a análise dos dados, relativamente à Hipótese 7, que descrevemos no início do capítulo:

RESULTADO 1: *A hipótese que a literatura avança de diferentes comportamentos de banking serem resultado de diferentes atitudes ao risco foi testada e não se confirma.*

Em suma, as referências teóricas que determinamos para o mercado de transacção de direitos de emissão pressupõem, tal como Godby *et al.* (1997), a retenção de uma licença de emissão, ao longo de toda a sessão, por parte de sujeitos neutros ou avessos ao risco e o uso da totalidade das mesmas por parte dos sujeitos propensos ao risco, mas com base nas 320 observações recolhidas esses comportamentos não se confirmam.

5.3 – TRATAMENTO EXPERIMENTAL COM GRANDFATHERING INICIAL DOS DIREITOS DE EMISSÃO

Com base nos resultados experimentais obtidos na 3^a parte das quatro sessões de Novembro de 2008 (sessões 1 a 4, perfazendo 320 observações para cada uma das decisões em análise), com *grandfathering* inicial dos direitos de emissão, procuramos avaliar a realização, ou não, dos ganhos potenciais de um mercado para transacção de direitos de emissão com as características descritas, cujos resultados médios obtidos se podem ver na tabela 5.3.

¹⁸² Esta conclusão não vem alterada quando se exclui o *outlier* das nossas sessões ($z=-0.852$ e $p=0.3943$).

Tabela 5.3 – Resultados experimentais obtidos para o preço, quantidade e excedentes no mercado inicial no tratamento com *grandfathering* (média das sessões 1 a 4)

Período	Preço			Quantidade			Excedente Total								
	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Psyst	Pmkt	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Exc. Syst	Total Exc. Mkt					
1	194.2	181.1	36.0	134	167	5.5	5.5	1.5	8	10	497.0	507.0	91.6	510.0	1002.0
2	144.7	148.6	8.0	125	125	5.6	6.0	1.7	8	7	455.8	443.5	168.8	477.0	368.0
3	151.4	147.9	11.3	145	145	6.8	7.0	1.1	9	8	552.0	512.5	85.1	763.0	550.0
4	161.3	161.8	11.4	146	146	7.3	7.0	1.3	10	9	777.5	783.5	209.5	830.0	681.0
5	132.0	131.9	8.0	117	117	4.0	4.0	0.0	5	4	218.8	225.5	74.2	247.0	190.0
6	150.4	149.9	15.1	140	140	7.8	8.0	1.3	9	8	642.3	648.0	153.4	611.0	449.0
7	169.5	170.9	15.5	147	147	8.3	8.0	1.1	10	9	797.3	782.5	129.0	983.0	834.0
8	158.4	155.4	13.0	147	147	7.5	7.5	1.1	8	8	650.3	666.0	67.5	708.0	708.0
9	149.7	149.6	12.0	140	140	7.8	7.5	1.5	9	8	635.0	511.5	267.5	611.0	462.0
10	138.9	132.9	17.5	145	104	6.8	6.5	0.8	9	5	471.3	492.5	71.5	730.0	269.0
Total	155.1	149.7	23.5	138.6	137.8	6.7	7.0	1.7	8.5	7.6	569.7	535.5	218.4	647.0	551.3

Tabela 5.3 (cont.) – Resultados experimentais obtidos no mercado inicial para o tratamento com *grandfathering* (média das sessões 1 a 4)

Período	Excedente Compras				Excedente Vendas					
	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Exc. Compras Syst	Exc. Compras Mkt	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Exc. Vendas Syst	Exc. Vendas Mkt
1	197.5	182.5	117.4	277.0	593.0	299.5	276.0	92.4	233.0	409.0
2	171.5	174.5	78.4	255.0	203.0	284.3	269.0	93.7	222.0	165.0
3	300.3	297.0	18.3	437.0	290.0	251.8	203.5	98.2	326.0	260.0
4	382.0	359.5	133.4	490.0	395.0	395.5	310.0	204.2	340.0	286.0
5	88.3	91.0	20.3	134.0	102.0	130.5	134.5	55.9	113.0	88.0
6	274.5	264.5	29.0	330.0	229.0	367.8	354.5	149.4	281.0	220.0
7	416.0	407.0	84.9	633.0	539.0	381.3	375.5	54.0	350.0	295.0
8	320.8	355.0	129.1	482.0	482.0	329.5	278.5	105.0	226.0	226.0
9	290.3	279.5	117.4	330.0	229.0	344.8	275.0	181.5	281.0	233.0
10	217.5	223.5	96.2	404.0	181.0	253.8	269.0	32.7	326.0	88.0
Total	265.9	270.5	132.1	377.2	324.3	303.9	276.0	140.8	269.8	227.0

Esta parte da experiência pressupõe a realização de diversas tarefas, correspondentes às diferentes etapas sintetizadas na tabela 4.2 do capítulo anterior. Apesar do nosso principal objectivo ser a avaliação da eficiência da instituição de mercado representada laboratorialmente, precedemos essa análise da descrição do comportamento de *banking* ao longo dos 10 períodos de cada uma das quatro sessões, dos preços e quantidades de equilíbrio no mercado inicial e também no mercado de reconciliação, que estão precisamente na origem do nível de eficiência conseguido pela instituição.

No final de cada período, o *banking* total de cada indivíduo corresponde ao seguinte:

$$BankingTotal = BankingPrecaução + Guardo - Uso$$

Isto é, o total de unidades retidas no final do período corresponde à soma do *banking* decidido no início do período (*BankingPrecaução*), com as unidades em excesso, resultantes da variação aleatória na fase da incerteza que os sujeitos optam por guardar (*Guardo*), deduzidas das unidades usadas para compensar défices imprevistos de títulos (*Uso*).

A designação *BankingPrecaução*, atribuída a todas as unidades que os sujeitos decidem guardar antes de entrarem no mercado para transacção de licenças de emissão, deve-se ao facto das decisões de poupança, com impactos negativos nos lucros do período, apenas serem justificáveis, à partida, por permitirem evitar multas e penalizações ainda mais negativas, consequência de flutuações aleatórias no abatimento. Sendo estas flutuações de apenas uma unidade em cada período, correctamente apenas se deveria classificar de *banking* por precaução a poupança de uma unidade, por sujeito, no início do período. No entanto, vamos utilizar essa designação para nos referirmos a qualquer poupança de títulos que ocorra antes da participação no mercado inicial.

O gráfico da figura 5.7 ilustra a evolução do *banking* por precaução ao longo de cada sessão experimental com *grandfathering* inicial dos títulos de emissão. É excluído o período 10 desta representação gráfica por, obrigatoriamente, o número de unidades guardadas ser igual a zero para todos os participantes, todas as sessões – devido à regra por nós imposta.

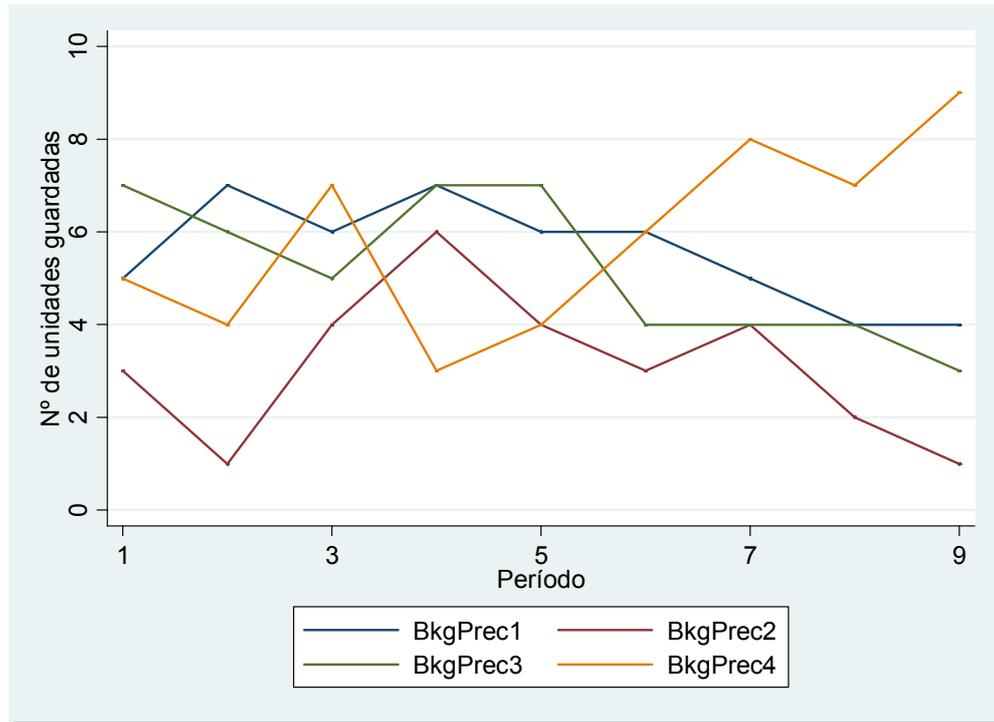


Figura 5.7 – Comportamento de *banking* por precaução no tratamento com *grandfathering*, por sessão

Nota: BkgPrec1 – *Banking por precaução realizado pelos 8 participantes em cada período da sessão 1*

BkgPrec2 – *Banking por precaução realizado pelos 8 participantes em cada período da sessão 2*

BkgPrec3 – *Banking por precaução realizado pelos 8 participantes em cada período da sessão 3*

BkgPrec4 - *Banking por precaução realizado pelos 8 participantes em cada período da sessão 4*

Como se pode verificar através da análise do gráfico, excepção feita aos períodos 7 e 9 da sessão 4, o *banking* por precaução esteve sempre abaixo das 8 unidades. Ou seja, apenas parte dos sujeitos adoptou uma estratégia de precaução face às variações aleatórias nas emissões efectivas, para além de não existir uma regularidade nas decisões de retenção de títulos por motivo de precaução ao longo da sessão.

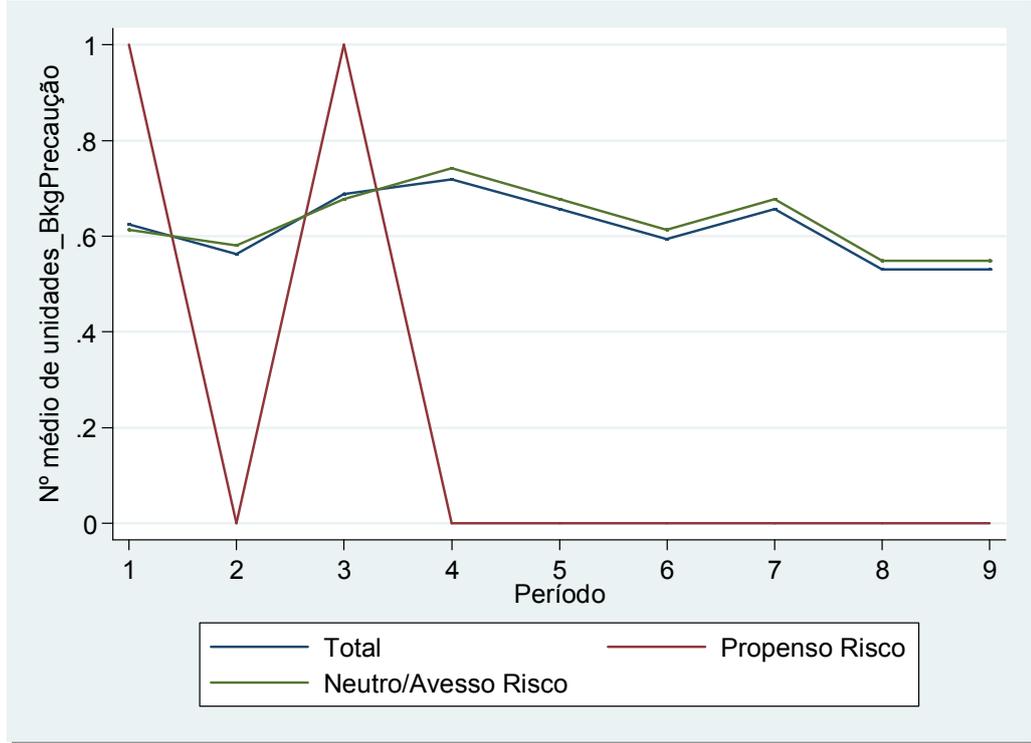


Figura 5.8 – *Banking* médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com *grandfathering*

Nota: Total – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 (32 sujeitos)

Neutro/Averso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 classificado como Neutro/Averso ao Risco (31 sujeitos)

Propenso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 classificado como Propenso ao Risco (1 sujeito)

A média de títulos guardada no início de cada período pelos participantes nas sessões experimentais para o tratamento com distribuição gratuita dos mesmos (*grandfathering*), classificados como neutros/avessos ao risco é semelhante à que vimos na secção anterior, para a totalidade das sessões (0.65 por período). Por seu lado, o único indivíduo classificado como propenso ao risco neste tratamento experimental, com base nas respostas dadas na 2ª parte da sessão experimental (sujeito 4 da sessão 4), comporta-se, a partir do 4º período, exactamente conforme a previsão teórica. Ou seja, este participante apenas guarda uma licença de emissão no início dos períodos 1 e 3, passando a partir daí a usar a totalidade de títulos que lhe são atribuídos (*banking* por precaução=0). Podemos considerar, neste caso, ter-se verificado o normal efeito aprendizagem nos períodos iniciais por parte deste sujeito, que passa a comportar-se até

ao final da sessão de acordo com a atitude face ao risco encontrada com a MPL da 2ª fase da experiência.

Da análise mais desagregada dos dados verificamos que, mesmo com parâmetros constantes em todas as sessões experimentais, é notória a diferença de comportamento entre os participantes. Igual estrutura de custos marginais de abatimento, montante de títulos distribuídos gratuitamente e incerteza, nas quatro sessões com *grandfathering*, não é sinónimo de idêntica decisão de *banking* no início de cada período. Ou seja, mesmo que esses diferentes sujeitos tenham sido classificados da mesma forma no respeitante às suas atitudes face ao risco com base na MPL (neutros, avessos ou propensos) e desempenhem o mesmo papel no mercado (i.e, representem o mesmo país), adoptam diferentes comportamentos de *banking*. Sendo os choques aleatórios das emissões também idênticos para cada país nas diferentes sessões, este é, portanto, um resultado que não segue um padrão que consigamos identificar.

Assim, podemos desde já antecipar que choques aleatórios das emissões iguais nas quatro sessões mas diferentes comportamentos de *banking* por parte dos participantes nas mesmas implicarão comportamentos diversos no próprio mercado para transacção de direitos de emissão, reflectidos nos respectivos preços e quantidades de equilíbrio. Por esse motivo, analisamos de seguida não só os valores médios das quatro sessões experimentais realizadas para este tratamento relativamente aos preços, quantidades e excedentes do mercado inicial (inscritos na tabela 5.3) mas procuramos igualmente dar uma imagem mais desagregada, ilustrando os resultados obtidos em cada uma das sessões.

Na figura 5.9 encontramos os preços médios registados no mercado inicial de cada um dos 10 períodos das quatro sessões experimentais realizadas para o tratamento com *grandfathering*. Com excepção para a sessão 1, nalguns períodos finais, e a sessão 3 no período 3, os preços médios verificados foram em regra superiores aos valores de referência. A figura 5.10 confirma esta tendência, ilustrando a média dos preços registados no mercado inicial para o tratamento com *grandfathering* (conjunto das sessões 1 a 4) comparativamente aos valores de referência. Para além de constatarmos que, efectivamente, a média de preços foi superior à referência de equilíbrio concorrencial, através da figura 5.10 concluímos que o seu comportamento é mais próximo da previsão *Market Equilibrium* do que do *System Optimum*.

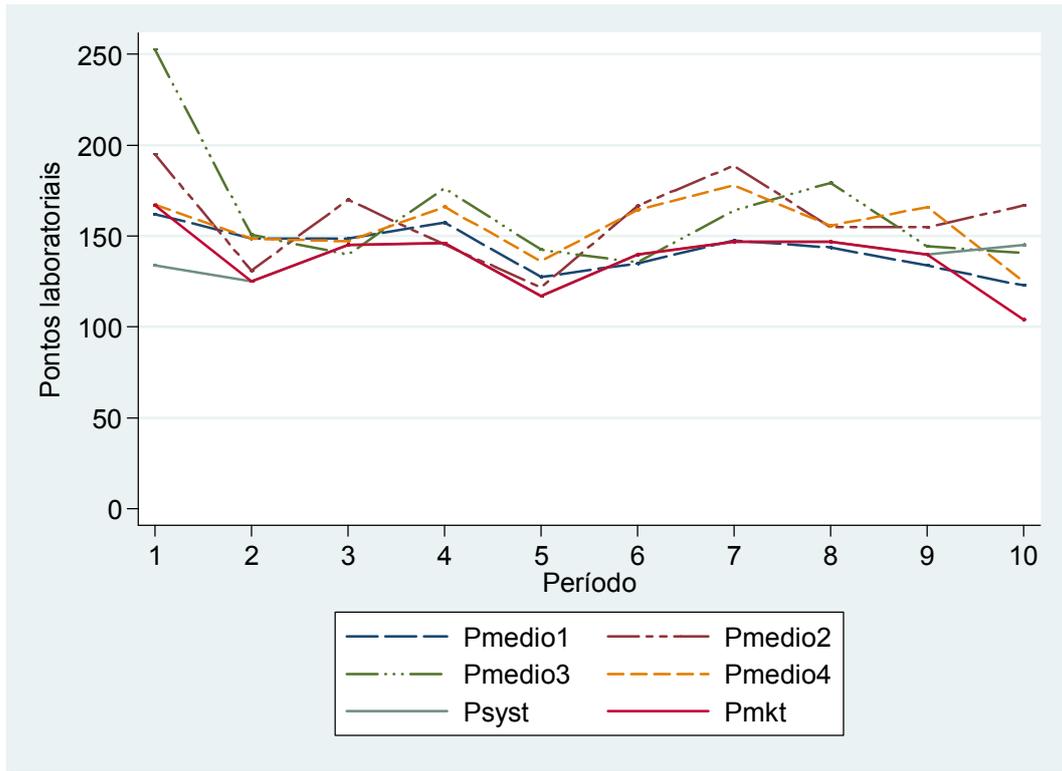


Figura 5.9 - Preço médio no mercado inicial, por período, nas 4 sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Pmedio1 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 1
 Pmedio2 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 2
 Pmedio3 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 3
 Pmedio4 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 4
 Psyst – Preço de equilíbrio (médio) no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks (calculado como a média de preços do intervalo inscrito na tabela 4.7 do capítulo 4)
 Pmkt - Preço de equilíbrio (médio) no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks (calculado como a média de preços do intervalo inscrito na tabela 4.7 do capítulo 4)

Para procedermos ao teste da significância estatística das diferenças entre a média de preços observada e as previsões teóricas (visualizadas na figura 5.10), começamos por testar a normalidade dos dados em questão, através do teste de Shapiro-Wilk. Tendo rejeitado a hipótese da normalidade dos preços para a referência *system optimum*, optamos então por recorrer à realização de testes não paramétricos para avaliar se as diferenças entre o preço médio de transacção verificado para o tratamento com *grandfathering* e os preços de referência são ou não estatisticamente significativas. De acordo com os valores obtidos para o teste de Wilcoxon ($z=2.701$; $p=0.0069$ e

$z=2.803$; $p=0.051$ para as referências teóricas *system* e *market*, respectivamente) concluimos que essas diferenças são estatisticamente significativas ao nível de 5%.¹⁸³

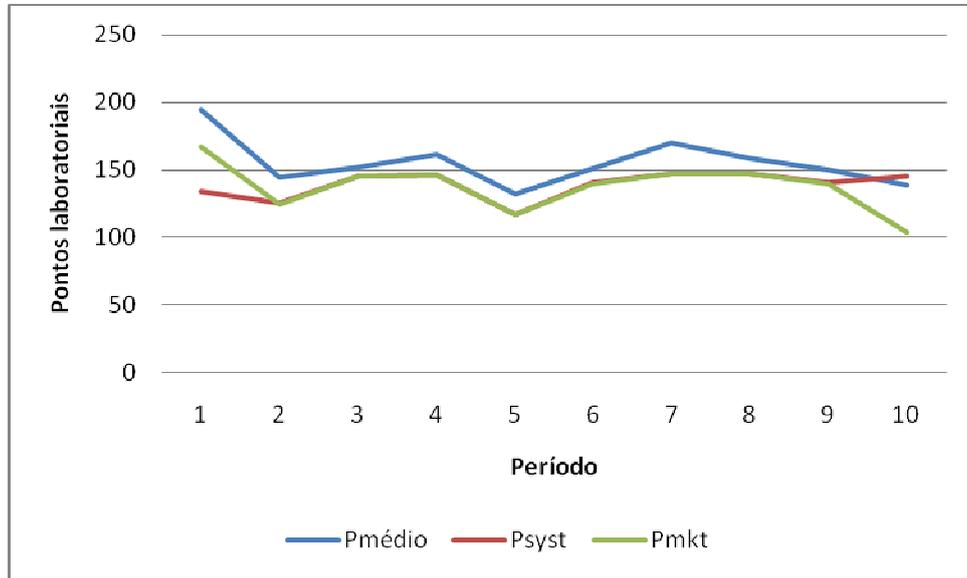


Figura 5.10 - Preço médio no mercado inicial para o tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Pmédio – Preço médio no mercado inicial registado no conjunto das sessões 1 a 4

Psyst – Preço de equilíbrio (médio) no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks (calculado como a média de preços do intervalo inscrito na tabela 4.7 do capítulo 4)

Pmkt - Preço de equilíbrio (médio) no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks (calculado como a média de preços do intervalo inscrito na tabela 4.7 do capítulo 4)

A não realização da totalidade das transacções possíveis neste mercado pode explicar este comportamento dos preços. Através da análise, que efectuamos de seguida, às quantidades transaccionadas em cada período, nas sessões 1 a 4, podemos testar precisamente esta hipótese.

Verificamos na figura 5.11 que, ao contrário do que acontecia com os preços, as quantidades transaccionadas nas quatro sessões experimentais estiveram geralmente abaixo dos valores teóricos para o equilíbrio concorrencial. Para o conjunto das sessões,

¹⁸³ Este é um procedimento que repetimos em toda a análise estatística do presente capítulo. Sempre que não rejeitamos a hipótese da normalidade dos dados efectuamos de seguida o teste à igualdade das variâncias (através do teste de Bartlett, por exemplo) e, conforme o resultado obtido, realizamos o teste t-Student adequado. Quando rejeitamos a normalidade dos dados, efectuamos, em alternativa, testes de hipótese não paramétricos, como o de Mann-Whitney-Wilcoxon, por exemplo. O anexo 8 contém os resultados de todas as estimações realizadas no Stata9 para a presente secção, relativa ao tratamento com *grandfathering*.

a quantidade média transaccionada esteve efectivamente abaixo das previsões teóricas, como se constata na figura 5.12.

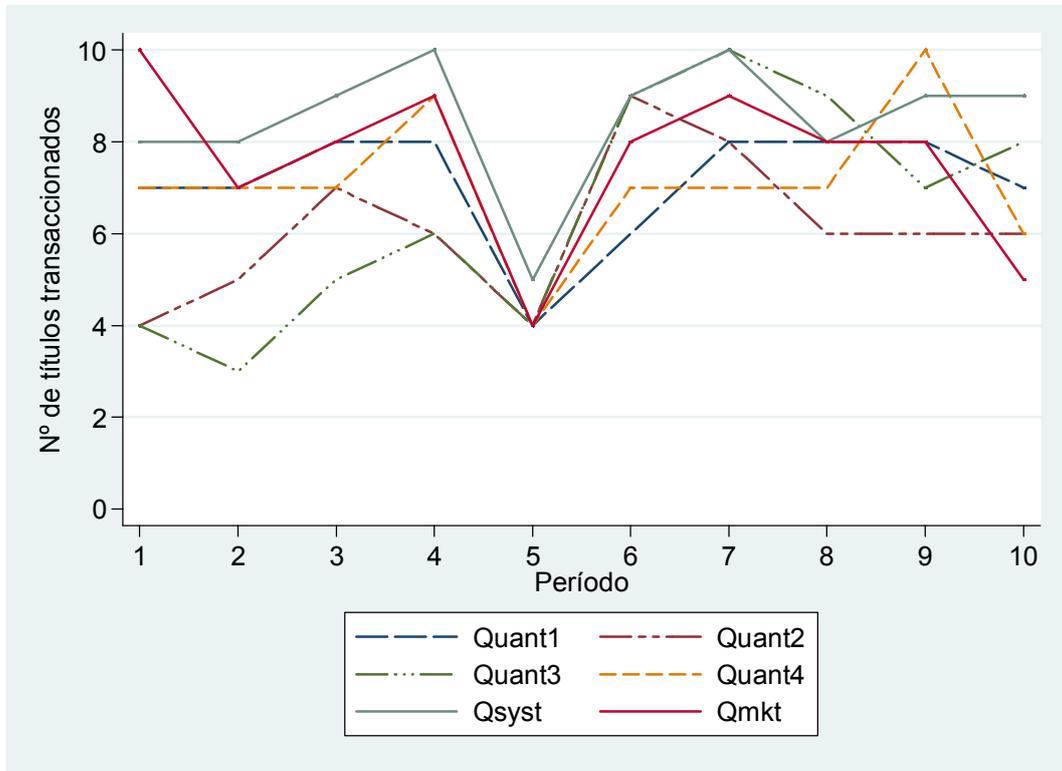


Figura 5.11 – Quantidades transaccionadas no mercado inicial, nas 4 sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Quant1 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 1
 Quant2 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 2
 Quant3 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 3
 Quant4 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 4
 Qsyst – Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks
 Qmkt - Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Estatisticamente, a diferença entre as quantidades médias transaccionadas e as quantidades teóricas previstas apenas são significativas, com um nível de confiança de 95%, para a referência *system optimum* ($z=-2.807$; $p=0.0050$ e $z=-1.838$; $p=0.0660$ para a referência *system e market, respectivamente*). Esta conclusão confirma a percepção gráfica que é possível ter através observação da figura 5.12.

Como esperávamos, com preços médios superiores às previsões teóricas, as quantidades médias transaccionadas são inferiores ao previsto, ainda que essa diferença

não seja estatisticamente significativa para a referência teórica *market equilibrium*. No início desta secção verificamos que, em média, os participantes neste tratamento guardam 0.65 títulos no início de cada período, o que justifica que a evolução quer dos preços quer das quantidades médias registadas sigam mais de perto a referência teórica que prevê *banking* de 1 título no início de cada sessão (*market equilibrium*), do que a previsão que contempla o uso da totalidade dos títulos atribuídos (*banking por precaução=0 no system optimum*).

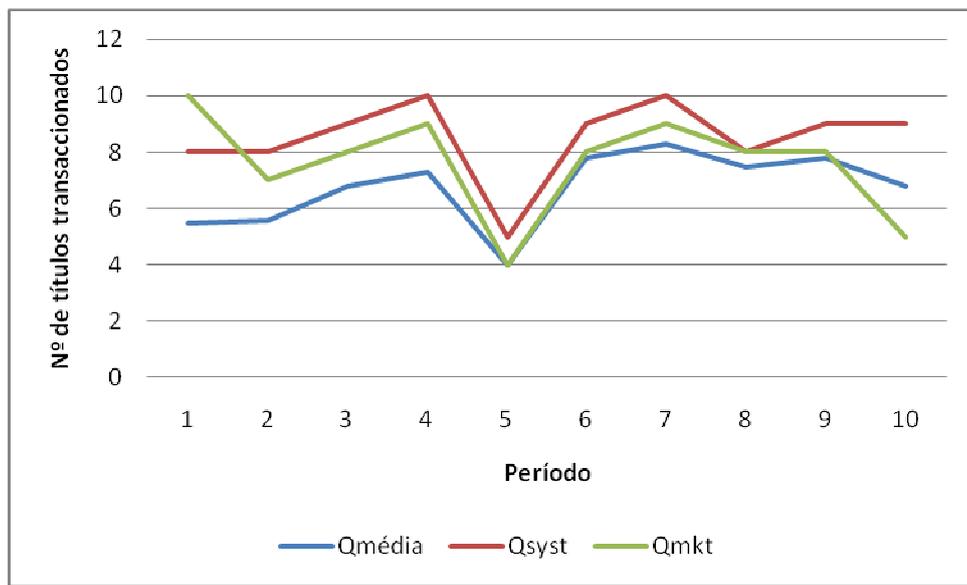


Figura 5.12 – Quantidade média transaccionada no mercado inicial, no tratamento com *grandfathering*, e previsões teóricas

Nota: Qmédia – Quantidade média transaccionada no mercado inicial no conjunto das sessões 1 a 4
 Qsyst – Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks
 Qmkt - Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Com base nos preços e quantidades de equilíbrio previstos para o mercado de transacção de direitos de emissão implementado, determinamos os valores de referência para os excedentes potenciais que constam da tabela 5.3. As figuras seguintes ilustram os excedentes realizados em cada uma das quatro sessões, pelos compradores, vendedores e também no total do mercado, comparando-os com os excedentes potenciais, para as duas referências teóricas consideradas (*System* e *Market*).

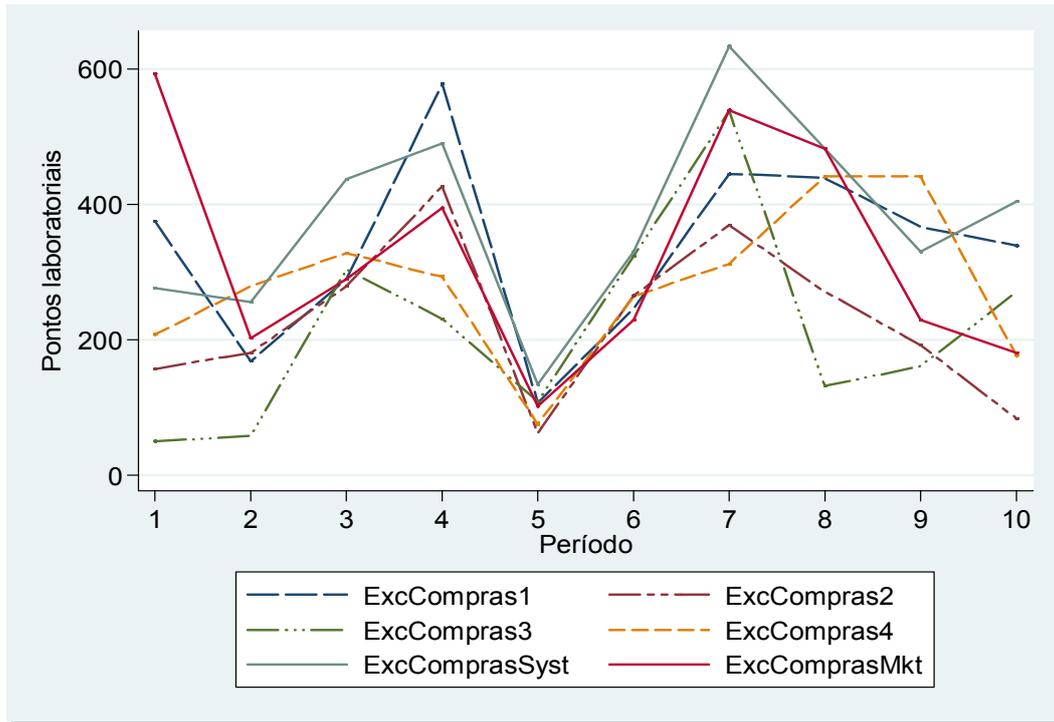


Figura 5.13 – Excedente das compras realizado no mercado inicial, nas sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcCompras1 – Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 1

ExcCompras2 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 2

ExcCompras3 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 3

ExcCompras4 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 4

ExcComprasSyst – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcComprasMkt – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Da análise da figura 5.13 é possível constatar que os excedentes realizados pelos compradores no mercado inicial, nas quatro sessões, seguem a tendência prevista teoricamente mas ficam geralmente abaixo dos valores potenciais nos últimos períodos da sessão. Tendo atrás verificado que os preços médios de transacção neste tratamento foram maiores que os preços de equilíbrio previstos, seria expectável este resultado de ganhos efectivos dos compradores inferiores aos potenciais.

Considerando a média dos valores registados na totalidade das sessões deste tratamento, na figura 5.14, mantemos a conclusão de que os ganhos realizados pelos compradores, no mercado inicial, foram inferiores aos potenciais. Da análise dessa mesma figura constatamos, uma vez mais, a maior proximidade dos valores médios

registados face à previsão teórica *market equilibrium* do que *system optimum*, com um maior afastamento dos valores obtidos face aos potenciais nos períodos finais da sessão.

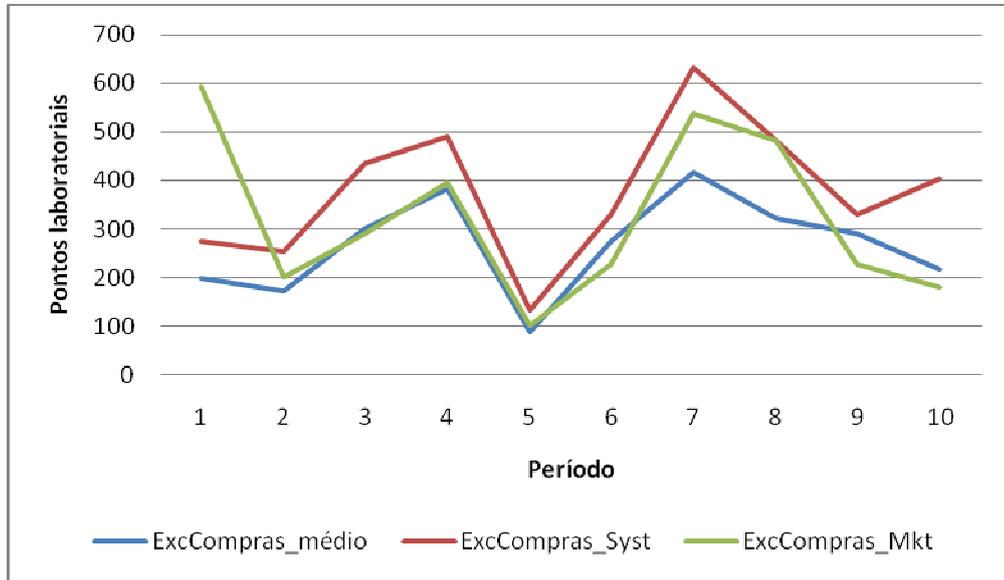


Figura 5.14 – Excedente médio das compras realizado no mercado inicial do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcCompras_médio – Excedente médio dos compradores no mercado inicial registado no conjunto das sessões 1 a 4

ExcComprasSyst – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcComprasMkt – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Realizando o teste t-Student¹⁸⁴ às diferenças entre o valor médio do excedente dos compradores e os valores de referência, confirmamos não existir diferença significativa quando considerada a previsão teórica do cenário *market equilibrium* ($t = -0.9499$), como indicava a análise gráfica da figura 5.14. Já para a referência teórica *system optimum*, concluímos existir uma diferença estatisticamente significativa entre os valores médios previstos e os observados ($t = -2.0312$), corroborando as ilações que podíamos retirar visualmente da figura 5.14.

No que diz respeito ao outro lado do mercado, os vendedores, podemos já antecipar um cenário totalmente oposto. Ou seja, com preços médios observados acima dos previstos e excedentes dos compradores abaixo dos potenciais (ainda que

¹⁸⁴ Não nos foi possível obter resultados para os testes à igualdade das variâncias para a generalidade dos Excedentes. Porém, como é possível verificar na tabela C do Anexo 8 para o caso dos excedentes das compras, o valor do teste t-Student é exactamente igual quer o realizemos supondo a igualdade das variâncias quer consideremos existir diferença entre as mesmas.

com uma diferença não estatisticamente significativa para a referência teórica *market equilibrium*), é natural que os excedentes realizados pelos vendedores, no mercado inicial, fiquem acima dos valores previstos teoricamente. Efectivamente, a figura 5.15 ilustra essa tendência, para as quatro sessões experimentais do tratamento com *grandfathering*, com excedentes realizados pelos vendedores em regra superiores aos previstos.

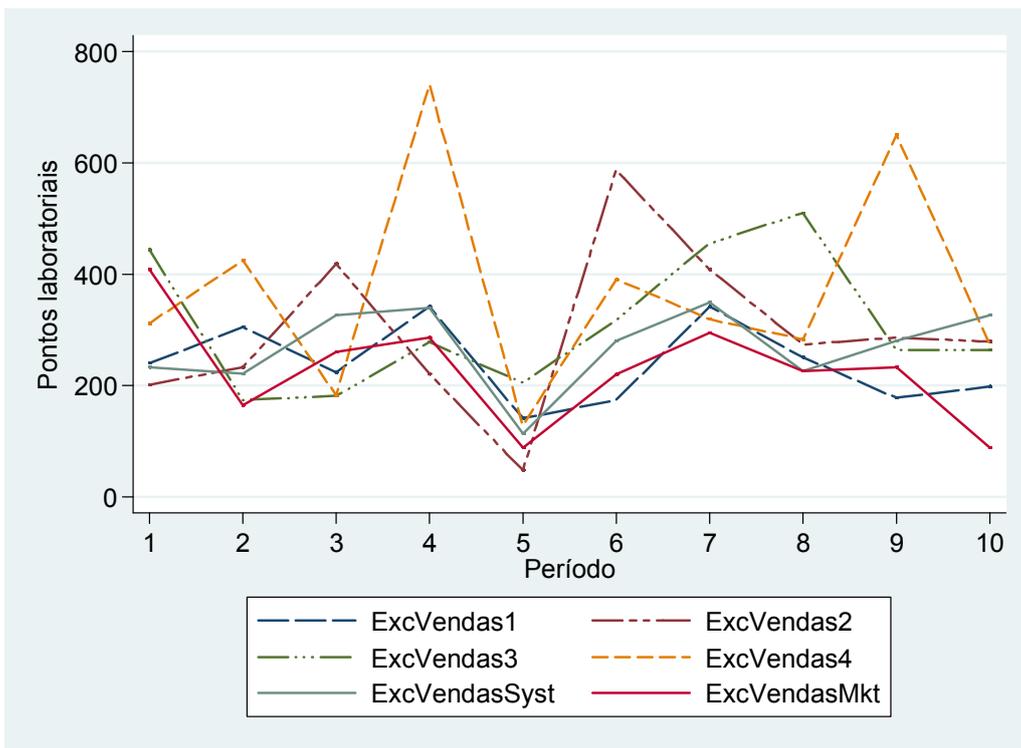


Figura 5.15 – Excedente das vendas realizado no mercado inicial, nas sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcVendas1 – Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 1
 ExcVendas2 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 2
 ExcVendas3 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 3
 ExcVendas4 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 4
 ExcVendasSyst – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks
 ExcVendasMkt – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

O valor médio do excedente realizado pelos vendedores no conjunto das sessões está representado na figura 5.16 e ilustra claramente a tendência de superioridade dos mesmos face aos excedentes potenciais. Tal como acontecia para o excedente dos compradores, é também nos períodos finais da sessão que registamos maiores diferenças

entre os valores observados e os previstos. No entanto, contrariamente ao que sucedia para o lado da procura, o excedente médio realizado pelos vendedores está agora mais próximo da referência *system optimum* do que da referência *market equilibrium*.

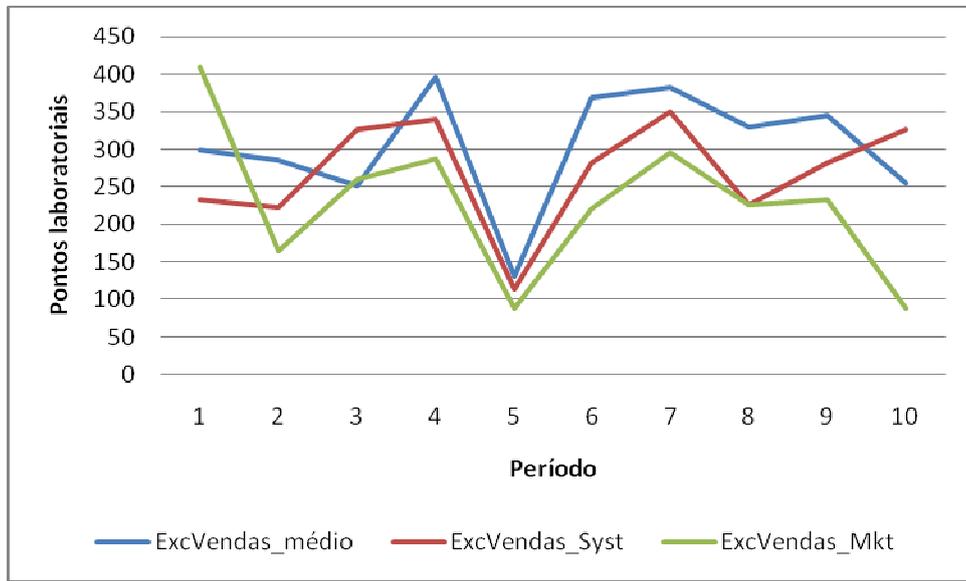


Figura 5.16 – Excedente médio das vendas realizado no mercado inicial do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcVendas_médio – Excedente médio dos vendedores no mercado inicial registado no conjunto das sessões 1 a 4

ExcVendasSyst – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, sem retenção de títulos - *System Optimum Benchmarks*

ExcVendasMkt – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, com retenção de títulos - *Market Equilibrium Benchmarks*

O teste estatístico às diferenças entre os valores médios observados e os valores teóricos previstos para o excedente dos vendedores leva-nos a concluir em sentido oposto ao que havíamos feito para os compradores. Ou seja, a diferença entre o valor médio do excedente dos vendedores e a referência *market equilibrium* é estatisticamente significativa ($t=1.9397$), não o sendo para a referência *system optimum* ($t=0.9999$).

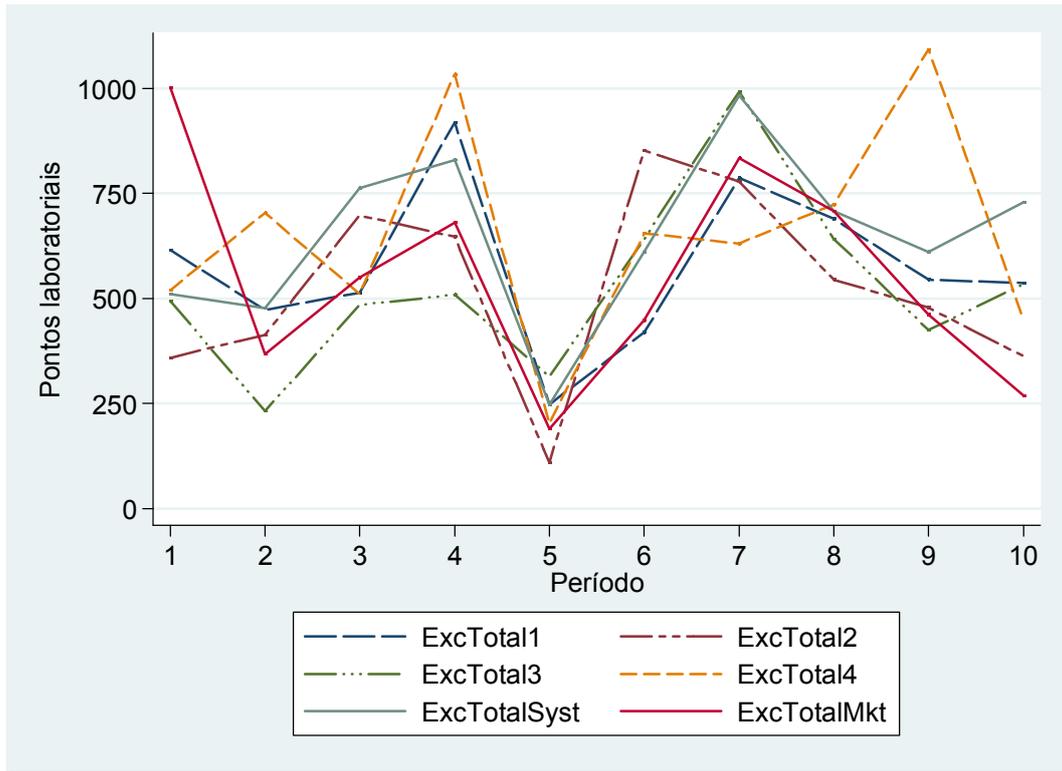


Figura 5.17 – Excedente total, no mercado inicial, nas sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcTotal1 – Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 1
 ExcTotal2 – Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 2
 ExcTotal3 – Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 3
 ExcTotal4 – Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 4
 ExcTotalSyst – Excedente potencial total, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks
 ExcTotalMkt – Excedente potencial total, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Para concluirmos a análise aos ganhos realizados no mercado inicial para transacção de licenças de emissão, ilustramos graficamente o excedente total registado em cada período, em cada uma das sessões (figura 5.17) e também o seu valor no conjunto do tratamento com *grandfathering* (figura 5.18), para compararmos os valores observados com os previstos teoricamente. A representação mais desagregada da figura 5.17 permite-nos verificar a existência de períodos/sessões com excedentes totais superiores aos potenciais e outros com valores inferiores aos mesmos. No global, os valores registados parecem seguir de perto as previsões teóricas, como se confirma na figura 5.18, através da ilustração dos valores médios do tratamento.

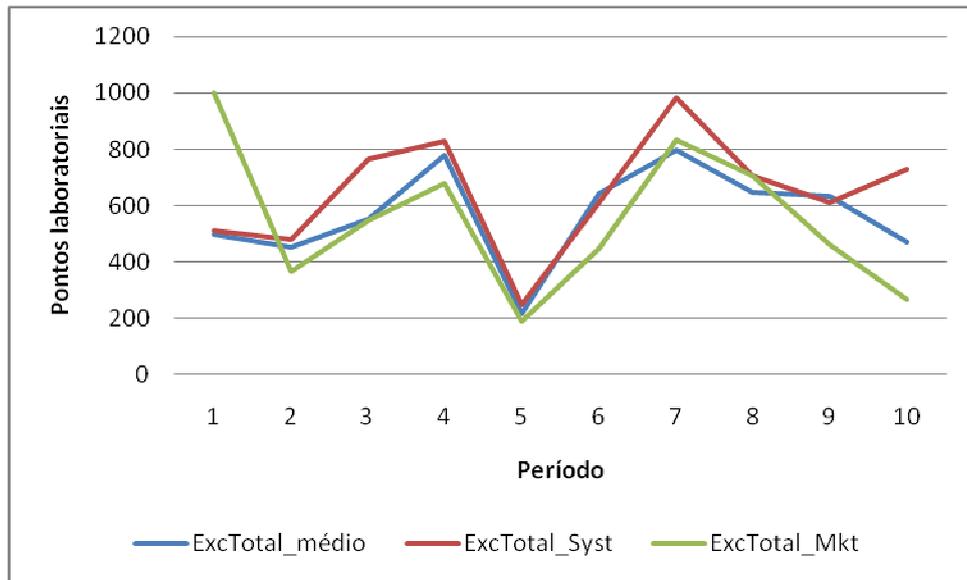


Figura 5.18 – Excedente total médio realizado no mercado inicial do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcTotal_médio – Excedente médio total no mercado inicial, registado no conjunto das sessões 1 a 4

ExcTotalSyst – Excedente potencial total, no mercado inicial, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcTotalMkt – Excedente potencial total, no mercado inicial, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Realizado o teste às diferenças entre o valor médio do excedente total observado no tratamento e as previsões teóricas concluímos que aquelas não são estatisticamente significativas para nenhum dos cenários considerados ($t = -0.9141$ e $t = 0.1897$ para as referências *system* e *market*, respectivamente).

Com base nos excedentes registados em cada período de cada uma das sessões e nos respectivos excedentes potenciais fomos ainda determinar a eficiência do mercado laboratorial implementado. Depois de o termos feito para cada período, calculamos a eficiência média registada em cada uma das j sessões, da seguinte forma:

$$EficiênciaMercado_j = \left[\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{Exc.Total\ Re\ alizado}{Exc.TotalCompetitivo} \right) / 10 \right] * 100, \text{ com } j=1,2,3,4$$

$$EficiênciaCompras_j = \left[\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{Exc.Compras\ Re\ alizado}{Exc.ComprasCompetitivo} \right) / 10 \right] * 100, \text{ com } j=1,2,3,4$$

$$EficiênciaVendas_j = \left[\sum_{i=1}^{10} \left(\frac{Exc.Vendas\ Realizado}{Exc.Vendas\ Competitivo} \right) / 10 \right] * 100, \text{ com } j=1,2,3,4$$

Os valores encontrados para estes índices de eficiência estão apresentados, graficamente, na figura 5.19. Não surpreendentemente, todas as sessões apresentam maiores valores para os índices de eficiência total do mercado quando comparados com a referência *market equilibrium*, visto que esta previa custos mais elevados devido à retenção de um título por parte de todos os participantes ao longo da sessão e tal não se verificou. Não sendo igualmente verdade que os sujeitos tenham decidido usar todos os títulos que possuíam para o período em questão (pois, como vimos, o valor de *banking* registado em cada período foi também diferente de zero), os ganhos potenciais deste mercado seriam então um valor intermédio entre as duas referências teóricas consideradas.

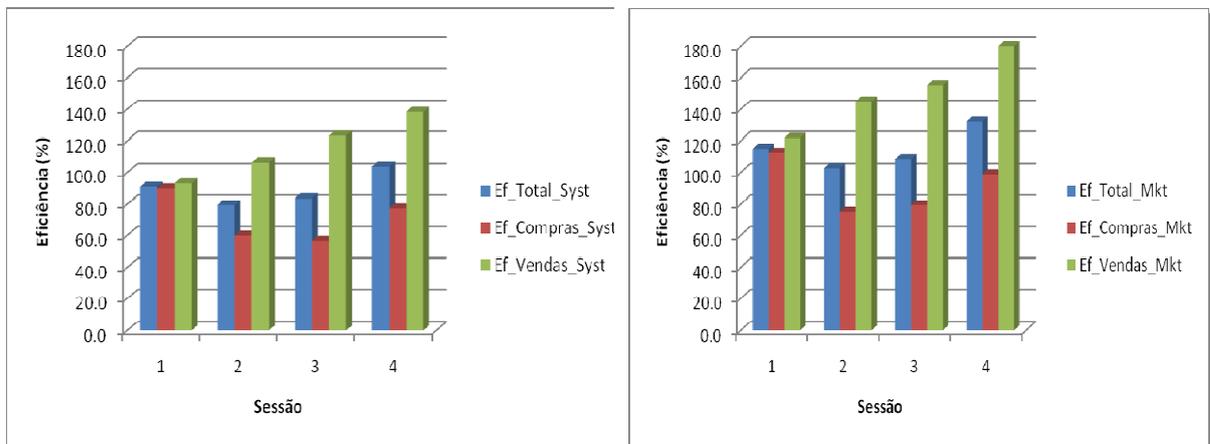


Figura 5.19 - Índice de eficiência de mercado (total), das compras e das vendas das sessões com *grandfathering*

Nota: Ef_Total_Syst – Eficiência total do mercado face à referência System Optimum

Ef_Total_Mkt - Eficiência total do mercado face à referência Market Equilibrium

Ef_Compras_Syst – Eficiência das Compras face à referência System Optimum

Ef_Compras_Mkt - Eficiência das Compras face à referência Market Equilibrium

Ef_Vendas_Syst – Eficiência das Vendas face à referência System Optimum

Ef_Vendas_Mkt - Eficiência das Vendas face à referência Market Equilibrium

Da análise da figura 5.19 constatamos que a sessão 1 é aquela em que a repartição dos excedentes, entre compradores e vendedores, se faz de forma mais equitativa, mais

próxima dos valores de referência. Nas restantes sessões é mais evidente a discrepância que identificamos aquando da análise dos excedentes, entre os ganhos realizados pelos compradores e os realizados pelos vendedores no mercado inicial. Índices de eficiência das compras abaixo dos 100% indicam, precisamente, a não realização da totalidade dos ganhos potenciais por parte dos compradores no mercado, enquanto índices de eficiência das vendas acima desse valor, revelam a realização de ganhos superiores aos previstos para os vendedores de licenças de emissão.

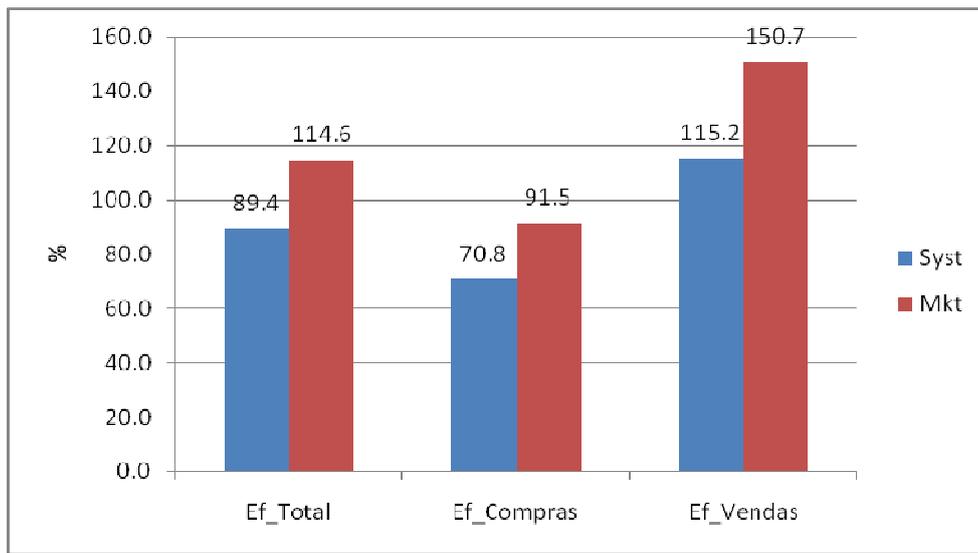


Figura 5.20 - Índice de eficiência médio registado no mercado inicial do tratamento com *grandfathering*

Nota: Ef_Total – Eficiência média de mercado registada no conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

Ef_Compras – Eficiência média das compras registada no conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

Ef_Vendas - Eficiência média das vendas registada no conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

No conjunto das sessões experimentais realizadas para o presente tratamento (sessões 1 a 4), verificamos que os ganhos totais realizados no mercado para transacção de licenças de emissão ficaram próximos dos 90% e 115% dos ganhos potenciais, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente. Este é um resultado muito positivo para o mercado laboratorial implementado, sobretudo se considerarmos que os verdadeiros ganhos potenciais do mesmo são um valor intermédio daqueles que determinamos no capítulo anterior para as duas referências teóricas

consideradas. Efectivamente, o comportamento médio de *banking* dos participantes neste tratamento experimental situou-se entre a referência *system optimum* e a referência *market equilibrium*, aproximando-se mais desta última (pois, em média, os indivíduos pouparam 1 título em mais de 70% dos períodos, como vimos no início da secção). Ou seja, se calculado o índice de eficiência de mercado com base em ganhos potenciais superiores ao *system optimum* e inferiores ao *market equilibrium*, o seu valor viria ainda mais próximo dos 100%.

Apesar do raciocínio acima se aplicar igualmente aos valores dos índices de eficiência dos excedentes das compras e das vendas, o seu valor médio para o tratamento experimental com distribuição inicial gratuita dos títulos de emissão (*grandfathering*) continua a ser mais de 100% para os vendedores e menos que 100% para os compradores, como ilustrado na figura 5.20. Este resultado sugere-nos, portanto, que são as empresas com menores custos de abatimento (vendedoras) que mais lucram com a transacção das licenças de emissão de CO₂ devido, sobretudo, ao estabelecimento de preços superiores aos de equilíbrio.

Convém neste momento recordar o principal objectivo da criação de mercados como aquele que implementamos laboratorialmente: encontrar a melhor afectação possível das licenças de emissão disponíveis, colocando-as em posse dos agentes que mais as valorizam e minimizando assim o custo de abatimento suportado pelas empresas para atingirem a redução de emissões de CO₂ imposta pelo regulador. Ou seja, uma outra forma de analisarmos a eficiência deste mercado, para além do cálculo dos índices de eficiência que acabamos de apresentar, consiste em verificar até que ponto a afectação de títulos entre os diferentes participantes, que resulta das transacções realizadas no mercado, é a prevista teoricamente. Na figura 5.21 representamos graficamente a diferença entre a quantidade de títulos efectivamente detidos, após transacção no mercado inicial, e o nível óptimo de licenças que os sujeitos deveriam deter (constante da figura 4.14 do capítulo anterior), em cada um dos 10 períodos das 4 sessões com *grandfathering*.

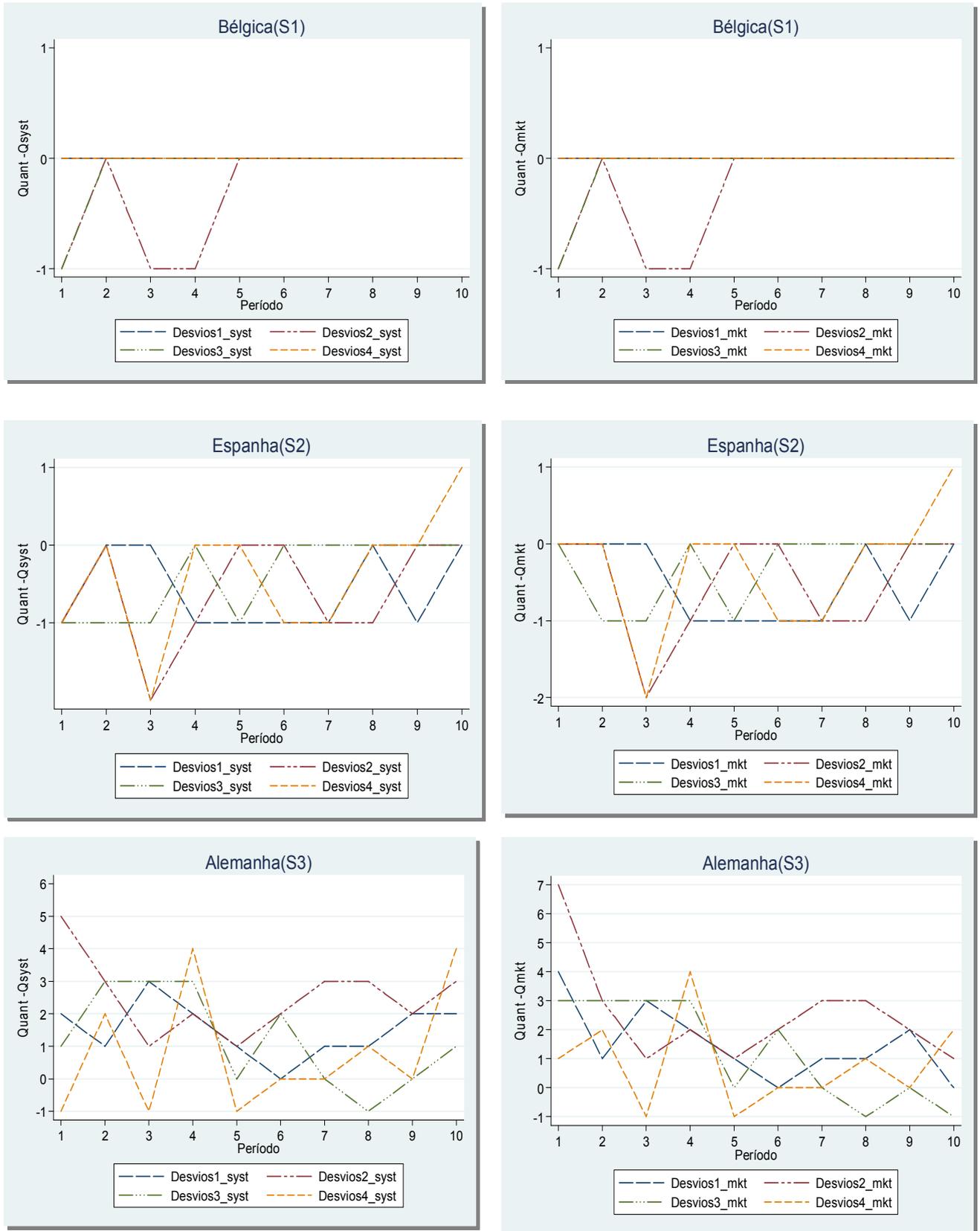


Figura 5.21 – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas

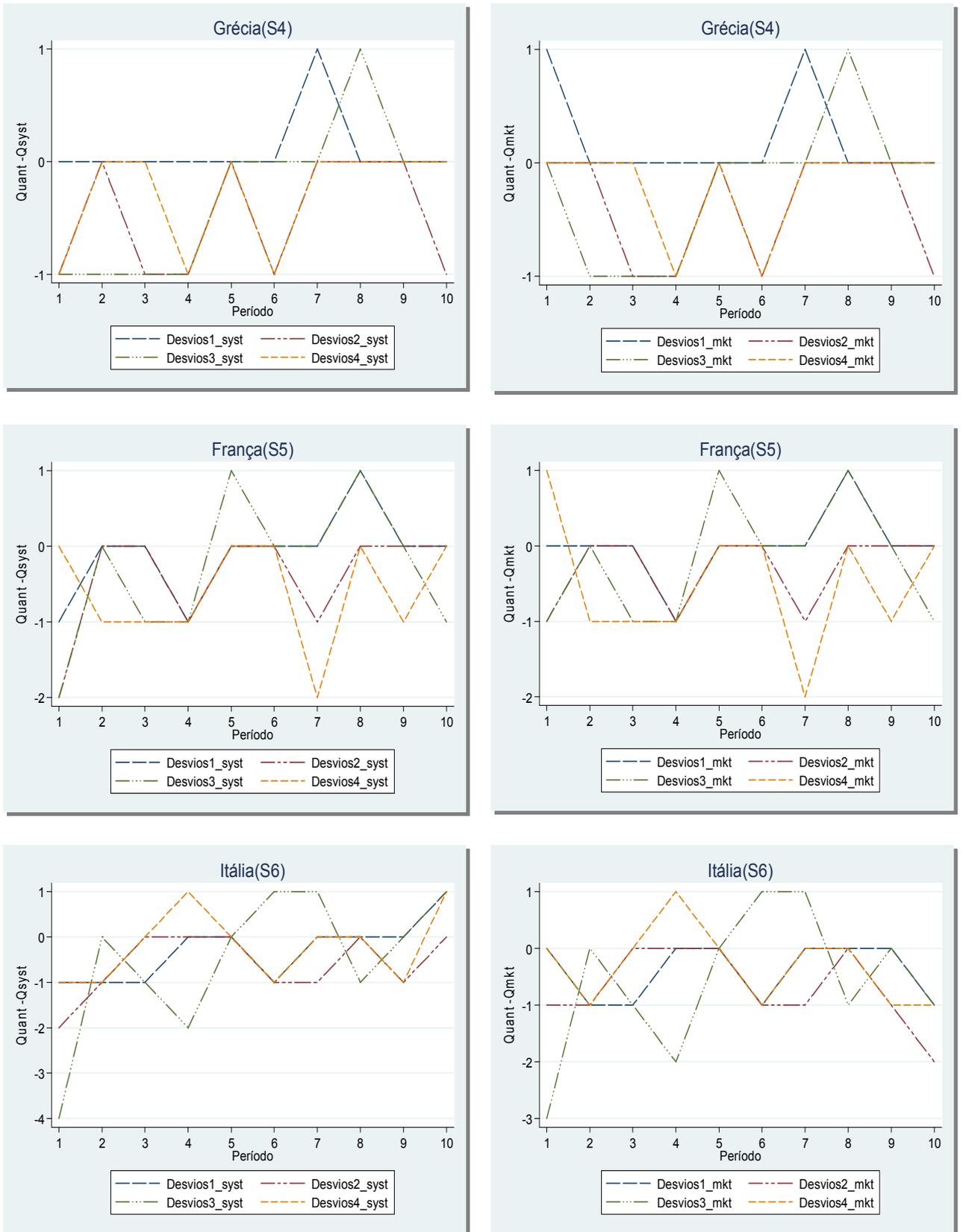


Figura 5.21 (cont.) – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas

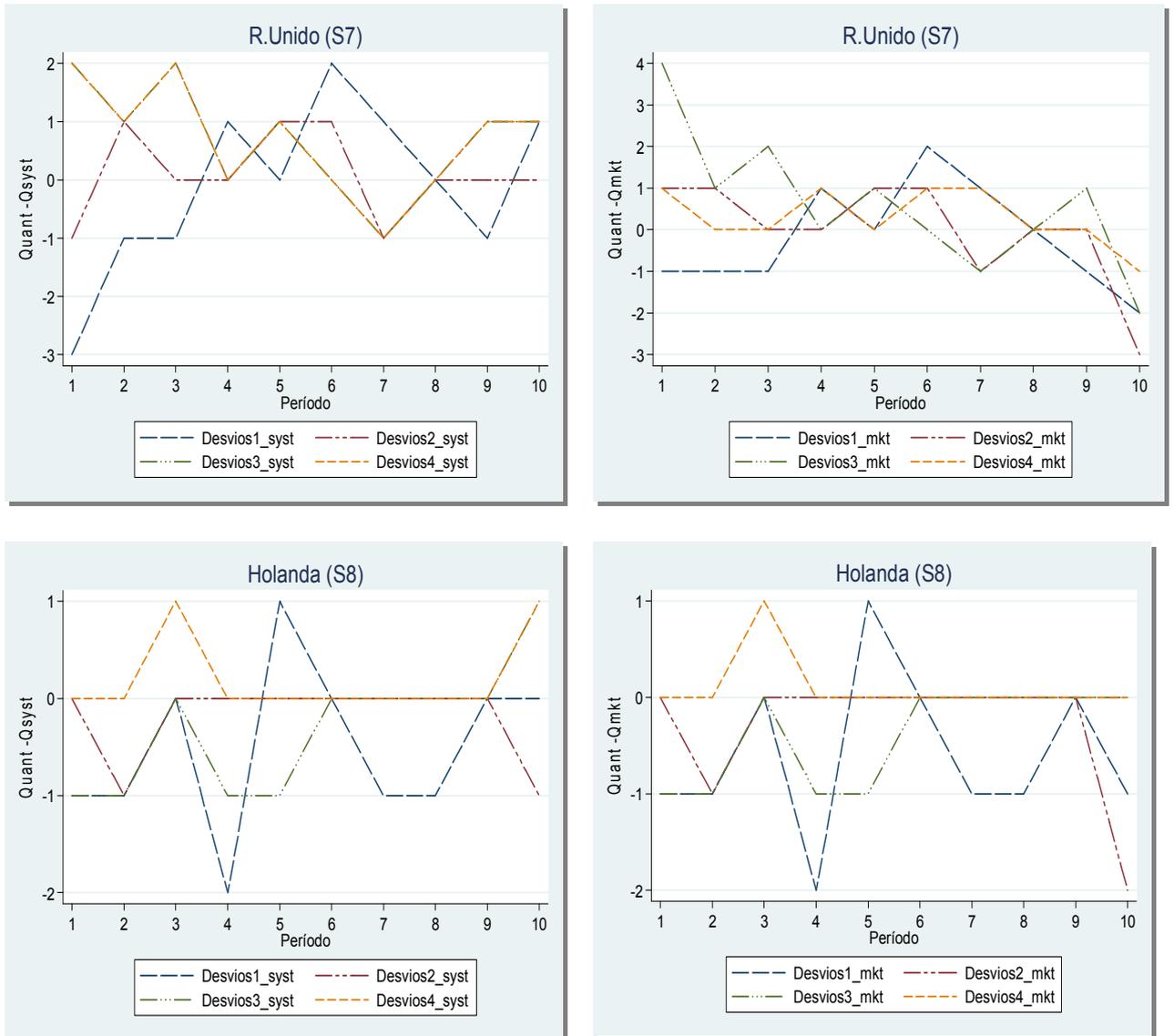


Figura 5.21 (cont.) – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas

Nota: Desvios1_syst, Desvios2_syst, Desvios3_syst, Desvios4_syst – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante ($Quant$), depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência System Optimum (Q_{syst}), em cada período da sessão 1, 2, 3 e 4, respectivamente

Desvios1_mkt, Desvios2_mkt, Desvios3_mkt, Desvios4_mkt – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante ($Quant$), depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência Market Equilibrium (Q_{mkt}), em cada período da sessão 1, 2, 3 e 4, respectivamente

Como dissemos no capítulo anterior, os oito participantes em cada uma das nossas sessões experimentais possuíam dimensão e estrutura de custos distintas, proporcionais a países da União Europeia. Da análise da figura 5.21, verificamos que os maiores desvios entre a quantidade efectivamente detida e a quantidade óptima de

títulos se registam para a Alemanha (sujeito 3) e Reino Unido (sujeito 7), precisamente os de maior dimensão e, dada a sua estrutura de custos, ambos vendedores potenciais no mercado. É a Alemanha que regista maiores desvios positivos, o que significa que depois de encerrado o mercado inicial para transacção de licenças de emissão detém mais títulos do que a quantidade óptima prevista. Ou seja, este participante vende menos licenças de emissão do que seria desejável em termos sociais, por forma a minimizar os custos totais de abatimento. Por seu lado, a Bélgica (sujeito 1) regista os menores desvios ao longo de cada uma das quatro sessões, ou seja, é o país que consegue aproximar-se mais da afectação óptima prevista (como é visível na figura 5.22).

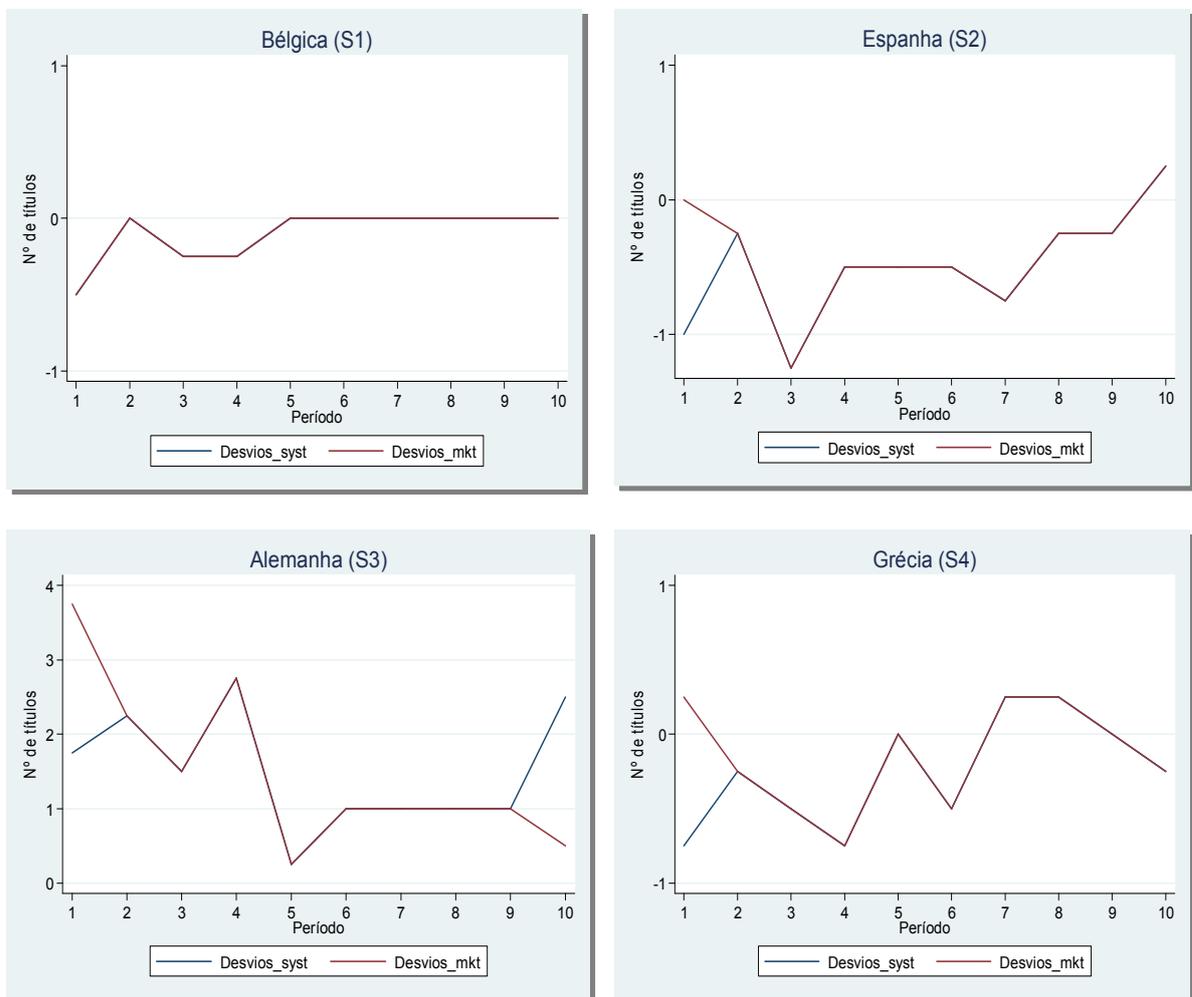


Figura 5.22 – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*)

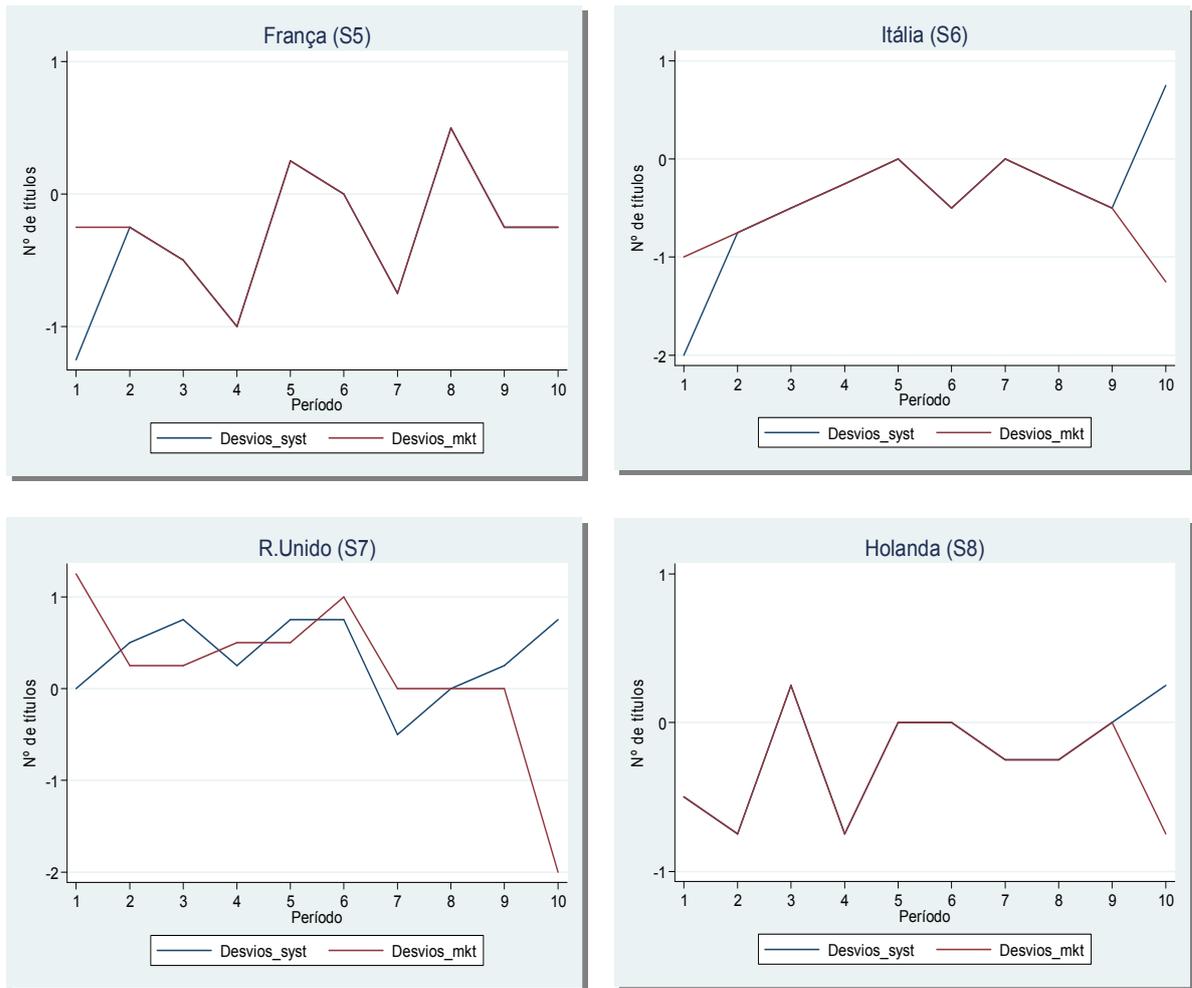


Figura 5.22 (cont.) – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*)

Nota: Desvios_syst – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência System Optimum (para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*)

Desvios_mkt – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência Market Equilibrium (para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*)

Ao testarmos estatisticamente a diferença entre os desvios das quantidades médias de títulos detidas por cada participante, no conjunto das sessões com *grandfathering* inicial, e o valor zero, pudemos confirmar a percepção fornecida graficamente pela figura 5.22.¹⁸⁵ Para a Bélgica, por exemplo, não rejeitamos a hipótese dos desvios serem zero, com um nível de confiança de 95% ($z = -1.727$ e $p = 0.0842$), concluindo de forma semelhante para a Grécia ($t = -2.1213$ e $p = 0.0629$), França ($t =$

¹⁸⁵ Os resultados dos testes efectuados para os valores médios de cada um dos oito países encontram-se nas tabelas F a M do Anexo 8.

2.0397 e $p=0.0718$), Itália ($t=-1.8091$ e $p=0.1039$) e Holanda ($t=-1.7143$ e $p=0.1206$) relativamente às referências *system optimum*, ou o Reino Unido quando comparado com a referência *market equilibrium* ($z=1.508$ e $p=0.1316$). Já os desvios entre a quantidade média de títulos detida e a quantidade prevista, para as duas referências teóricas, registados pelos participantes que representam a Espanha e a Alemanha são diferentes de zero, para um nível de significância estatística de 5%.¹⁸⁶

Por outro lado, no que respeita à evolução da quantidade média de títulos detida ao longo de cada sessão experimental, face à quantidade óptima prevista, a análise das figuras acima não nos permite identificar claramente uma tendência. Se para a Bélgica (sujeito 1) se pode afirmar, com toda a certeza, que os desvios das quantidades de títulos detidas, face ao óptimo, se registam na primeira metade da sessão (até ao período 5) e nos períodos finais o sujeito detém exactamente as quantidades óptimas, o mesmo não acontece para os restantes participantes. Com o intuito de testarmos a existência de algum efeito aprendizagem, traduzido em desvios mais próximos de zero nos períodos finais da sessão, procedemos a testes estatísticos adequados para todos os países. Para um nível de significância de 5%, não rejeitamos a hipótese de desvios iguais nos períodos iniciais (1 a 5) e finais (6 a 10) da sessão, para nenhum dos participantes.¹⁸⁷ Mesmo para a Bélgica, constatamos que não existe uma diferença estatisticamente significativa entre a média dos desvios registados nos períodos iniciais e finais da sessão, com um nível de confiança de 95% ($z=-1.706$ e $p=0.0881$). Apenas para o Reino Unido verificamos existir uma diferença estatisticamente significativa, ao nível de 5%, entre os desvios registados nos cinco períodos iniciais e os cinco períodos finais, quando calculados para a referência *market equilibrium* ($z=2.060$ e $p=0.0394$). No entanto, como é possível constatar através da figura 5.22, essa diferença não reflecte uma maior proximidade de zero dos desvios nos períodos finais da sessão mas, pelo contrário, maiores desvios em termos absolutos precisamente no último período.

As particularidades do nosso desenho experimental, relativa complexidade e características dinâmicas fazem com que esta não seja uma constatação totalmente inesperada ou surpreendente.

¹⁸⁶ Ver resultados dos testes estatísticos ($\text{DesviosT6}_{\text{syst}} = 0$ e $\text{DesviosT6}_{\text{mkt}} = 0$) para estes dois participantes nas tabelas G e H do Anexo 8.

¹⁸⁷ Esta conclusão baseia-se nos resultados dos testes estatísticos realizados para cada país/participante, inseridos nas tabelas F a M do Anexo 8. Optamos, neste caso, pela realização do teste não paramétrico de Wilcoxon à igualdade dos desvios nos 5 períodos iniciais da sessão (*Early*) e nos 5 períodos finais (*Late*), face às duas referências teóricas consideradas, tendo em conta o reduzido nº de observações utilizadas (amostras emparelhadas de 5 observações) e a não necessidade de especificações prévias sobre a amostra.

Tabela 5.4 – Resultados experimentais obtidos para o preço, quantidade e excedentes no mercado de reconciliação para o tratamento com *grandfathering* (média das sessões 1 a 4)

Período	Preço_rec		Psyst_rec		Pmkt_rec		Quantidade_rec			Excedente Total_rec			Exc. Total			
	Média	Mediana	Desvio-padrão	Média	Mediana	Desvio-padrão	Média	Mediana	Desvio-padrão	Qsyst_rec	Qmkt_rec	Média	Mediana	Desvio-padrão	Syst_rec	Mkt_rec
1	226.7	130.0	196.3	140	169	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-69.0	-67.0	74.4	-81.0	-20.0
2	196.3	195.8	24.0	152	152	2.8	3.0	3.0	0.4	3	3	-153.5	-132.5	84.7	-121.0	-160.0
3	261.3	272.5	73.4	152	152	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-99.8	-93.0	81.0	-12.0	-25.0
4	138.8	120.0	35.5	149	.	1.0	1.0	1.0	0.0	1	-	-51.5	-21.5	57.7	-9.0	
5	183.6	166.7	49.6	177	177	2.5	2.5	2.5	0.5	3	3	-99.0	-101.5	61.2	-151.0	-178.0
6	334.5	340.0	112.9	149	149	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-106.5	-102.5	51.9	-9.0	-22.0
7	343.8	277.5	153.7	151	151	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-73.0	-79.0	58.8	-2.0	-2.0
8	255.8	261.5	59.9	177	177	1.8	2.0	2.0	0.4	2	2	-95.5	-95.0	51.3	-63.0	-76.0
9	315.0	350.0	91.9	149	149	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-42.3	-49.0	27.4	-9.0	-49.0
10	142.5	145.0	8.3	142	107	1.0	1.0	1.0	0.0	1	1	-2.0	-17.5	53.2	-15.0	-31.0
Total	240.1	216.7	118.9	153.8	153.7	1.4	1.0	1.0	0.7	1.5	1.6	-79.5	-69.0	73.6	-47.2	-62.6

Tabela 5.4 (cont.) – Resultados experimentais obtidos para o preço, quantidade e excedentes no mercado de reconciliação para o tratamento com *grandfathering* (média das sessões 1 a 4)

Período	Excedente Compras_rec			Excedente Vendas_rec						
	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Exc. Compras Syst_rec	Exc. Compras Mkt_rec	Exc. Vendas Syst_rec	Exc. Vendas Mkt_rec			
1	-107.7	19.0	238.3	-81.0	-20.0	38.7	2.0	184.2	0	0
2	-255.5	-263.0	94.6	-136.0	-379.0	102.0	73.5	62.5	15	219
3	-121.0	-136.0	85.5	-12.0	-93.0	21.3	15.5	23.7	0	68
4	-7.3	11.5	41.1	-9.0	-44.3	-28.5	80.4	0	0	0
5	-206.0	-186.5	158.0	-233.0	-260.0	107.0	34.5	152.2	82	82
6	-239.0	-238.5	127.4	-9.0	-22.0	132.5	85.0	122.4	0	0
7	-221.8	-169.5	136.2	-2.0	-2.0	148.8	62.0	174.4	0	0
8	-212.5	-184.0	100.1	-63.0	-76.0	117.0	88.0	112.8	0	0
9	-208.3	-236.5	93.4	-9.0	-49.0	166.0	201.0	91.9	0	0
10	-27.3	-38.5	37.4	-15.0	-31.0	25.3	26.0	17.2	0	0
Total	-162.0	-149.0	147.1	-56.9	-103.6	82.5	52.0	130.8	9.7	41

A distribuição de títulos entre os participantes obtida após o encerramento do mercado inicial sofre alterações após o conhecimento da flutuação aleatória sobre as emissões efectivas, participação no mercado de reconciliação e alteração das decisões de *banking* iniciais. Só depois destes ajustamentos finais é possível determinar o custo de abatimento total das emissões de CO₂ registado em cada período.

Como é possível constatar na tabela 5.4, no mercado de reconciliação registam-se, como previmos no capítulo anterior, preços de transacção mais elevados do que no mercado inicial e são transaccionadas menos unidades (fruto das regras impostas, limitando a participação neste mercado à transacção apenas das unidades deficitárias ou em excesso). Porém, da análise das figuras 5.23 e 5.24 verificamos que os preços neste mercado são mais elevados do que as referências teóricas previamente determinadas.

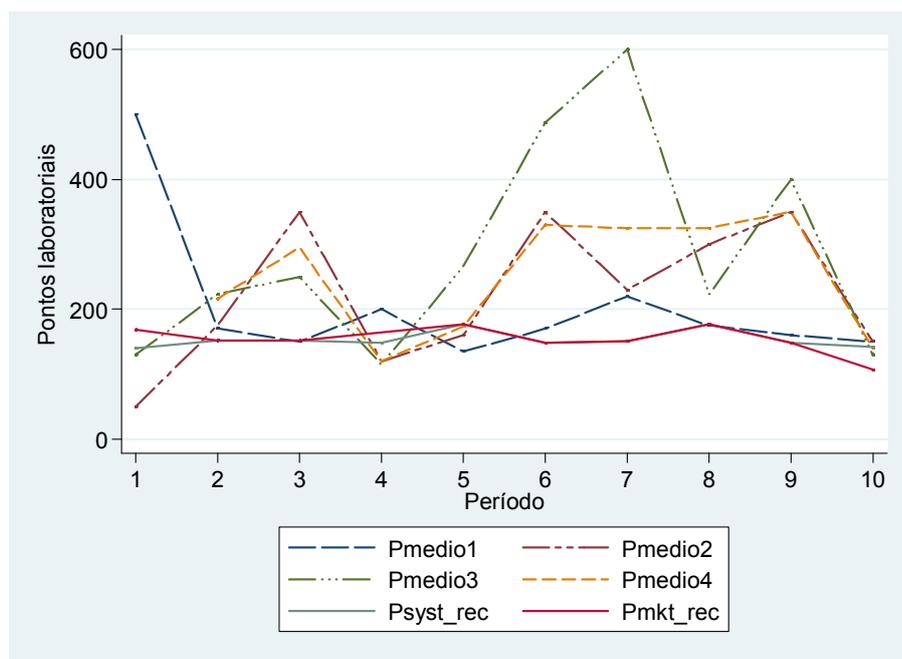


Figura 5.23 – Preço médio no mercado de reconciliação nas 4 sessões com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Pmedio1–Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão1

Pmedio2–Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão2

Pmedio3–Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão3

Pmedio4–Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão4

Psyst_rec – Preço de referência, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

Pmkt_rec - Preço de referência, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

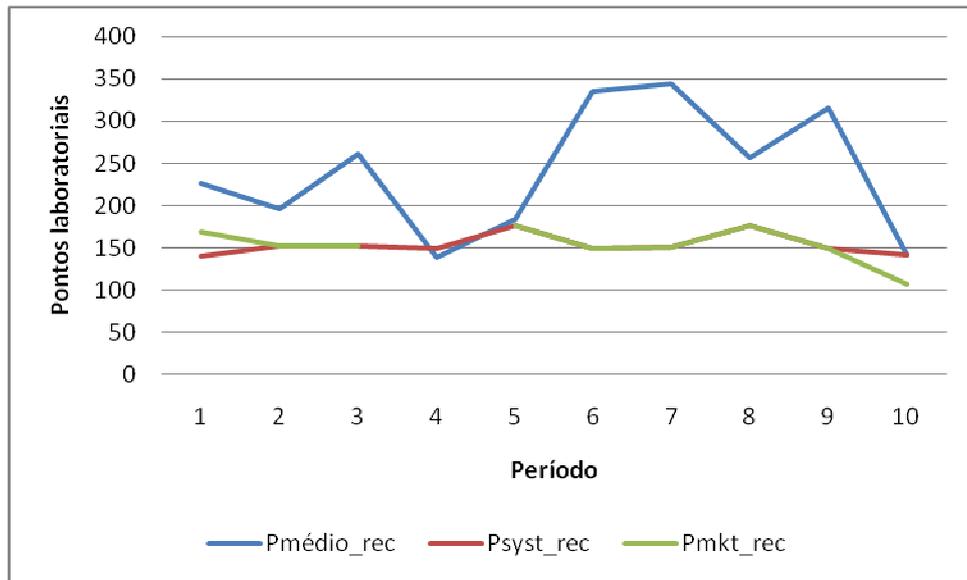


Figura 5.24 – Preço médio no mercado de reconciliação para o tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Pmédio_rec – Preço médio no mercado de reconciliação registado no conjunto das sessões 1 a 4

Psyst_rec – Preço de referência, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

Pmkt_rec - Preço de referência, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Os testes estatísticos às diferenças entre o preço médio registado no mercado de reconciliação, no conjunto das quatro sessões experimentais do tratamento com *grandfathering*, corroboram a conclusão retirada da análise gráfica. Efectivamente, rejeitamos, para um nível de significância de 5%, a hipótese da igualdade entre os preços médios observados e os preços previstos, quer para a referência *system* quer para a referência *market* ($z=2.497$; $p = 0.0125$ e $z=2.666$; $p=0.0077$, respectivamente). Este não é, no entanto, um resultado surpreendente já que, como havíamos referido no capítulo anterior, as referências teóricas que determinamos pressupunham um comportamento extremamente “benevolente” por parte dos vendedores no mercado de reconciliação. O que os resultados demonstram é que estes agentes efectivamente exerceram o poder de mercado que detêm nesta fase da sessão experimental – sobretudo quando os compradores não possuem qualquer unidade guardada para cobrir o défice.

Como neste mercado apenas participavam, em cada período, os países com excesso ou défice de unidades (valor +1 ou -1 para a incerteza), as quantidades

transaccionadas são muito menores do que no mercado inicial e seguem, em geral, as referências que determinamos no capítulo 4.

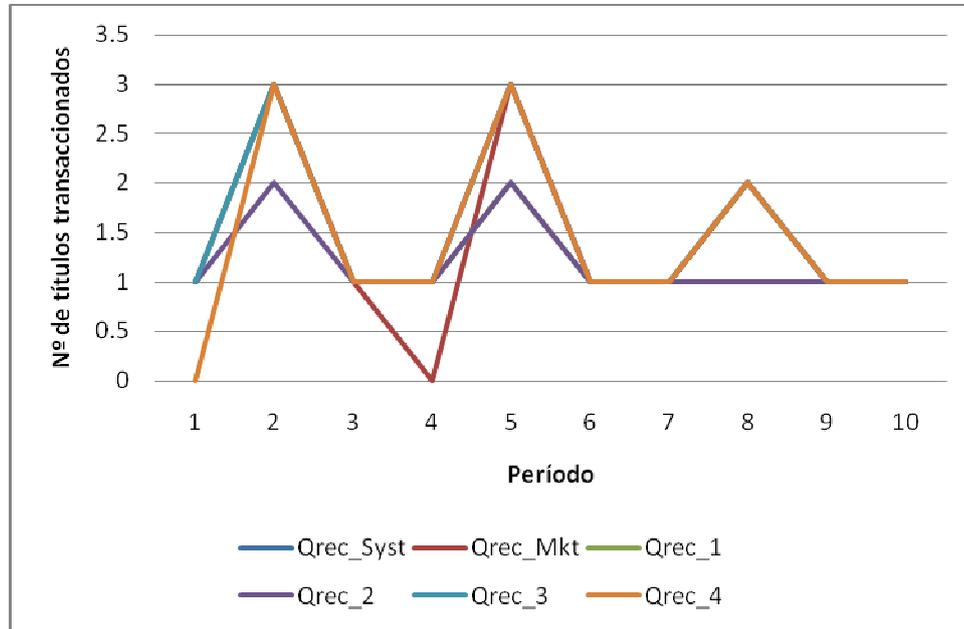


Figura 5.25 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4 do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Qrec1 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 1

Qrec2 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 2

Qrec3 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 3

Qrec4 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 4

Qrec_syst – Quantidade de referência, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

Qrec_mkt - Quantidade de referência, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Para o conjunto das quatro sessões do presente tratamento experimental, não existe diferença estatisticamente significativa, para um nível de confiança de 95%, entre as quantidades médias transaccionadas no mercado de reconciliação e as previsões teóricas ($z = -1.727$; $p = 0.0842$ e $z = -0.817$; $p = 0.4138$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente). Dadas as restrições existentes à participação neste mercado, o número de unidades que podiam ser transaccionadas estava bastante limitado, pelo que este resultado seria, em certa medida, expectável.

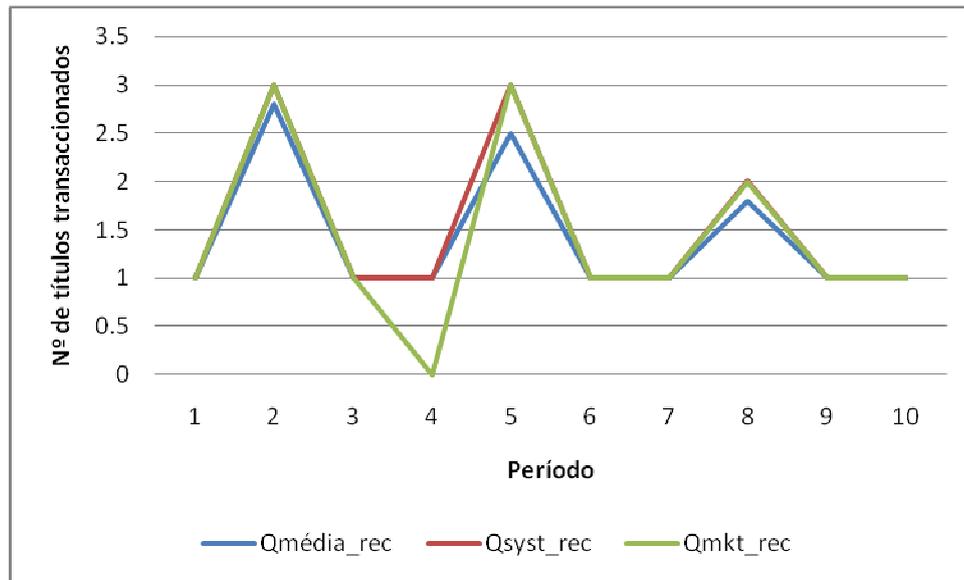


Figura 5.26 – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação no tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: Qmédia_rec – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação no conjunto das sessões 1 a 4

Qsyst_rec – Quantidade de referência, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

Qmkt_rec - Quantidade de referência, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Como referimos aquando da determinação das referências teóricas para o mercado de reconciliação, no capítulo anterior, não é possível falar-se em ponto de equilíbrio neste mercado ou seja, não é possível a realização de transacções com lucro para ambas as partes. A participação neste mercado tinha por objectivo minimizar perdas decorrentes das flutuações aleatórias sobre o nível efectivo de emissões, pelo que prevíamos, conforme se pode constatar na tabela 5.4, um excedente total negativo, para o mercado de reconciliação, no conjunto dos 10 períodos de cada sessão. A previsão teórica era também de excedentes das compras negativos e apenas positivos para os vendedores.

A figura 5.27 confirma que os compradores efectivamente registaram perdas no mercado de reconciliação em cada uma das quatro sessões do tratamento com *grandfathering*.

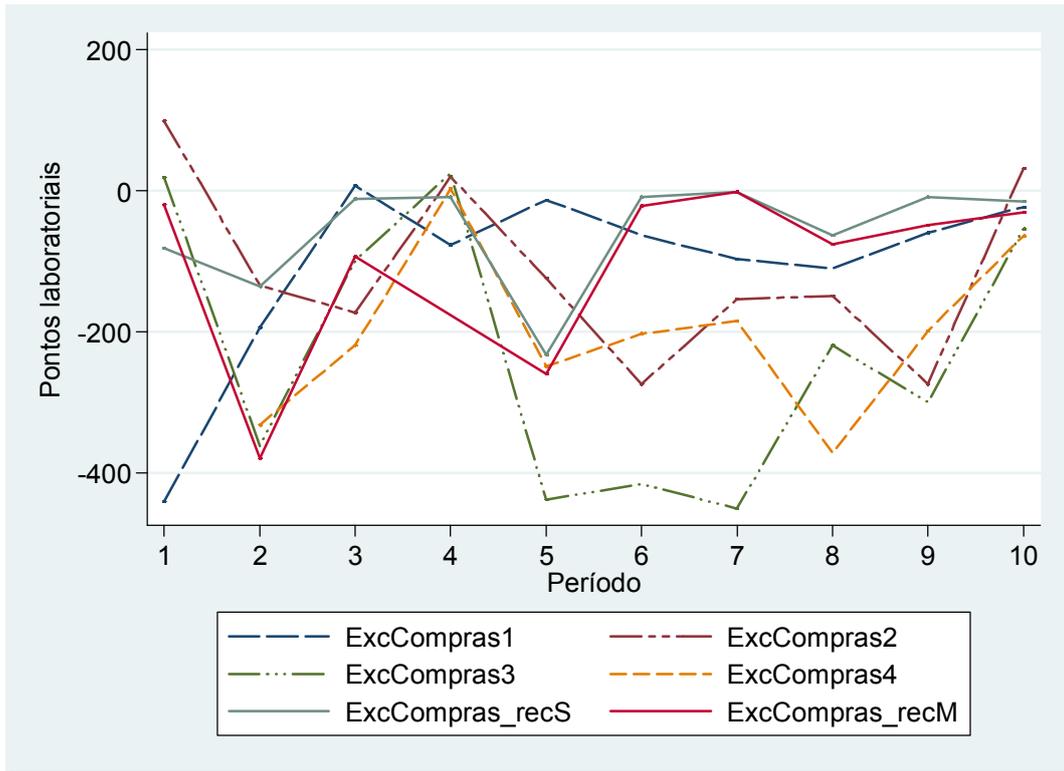


Figura 5.27 – Excedente das compras no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas

Nota: ExcCompras1 – Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 1

ExcCompras2 - Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 2

ExcCompras3 - Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 3

ExcCompras4 - Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 4

ExcCompras_recS – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcCompras_recM – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Da análise gráfica permitida pela figura 5.28, constatamos que o excedente médio realizado pelos compradores no conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering* ficou abaixo das previsões nos últimos 5 períodos da sessão, aproximando-se mais dos valores de referência nos 5 períodos iniciais. Por seu lado, os testes estatísticos à diferença entre o valor médio do excedente dos compradores e os valores previstos revelam que essa diferença não é significativa (nível de 5%) para a referência *market equilibrium* ($z=-1.599$; $p=0.1097$) mas é-o para a referência *system optimum* ($z=-2.293$; $p=0.0218$).

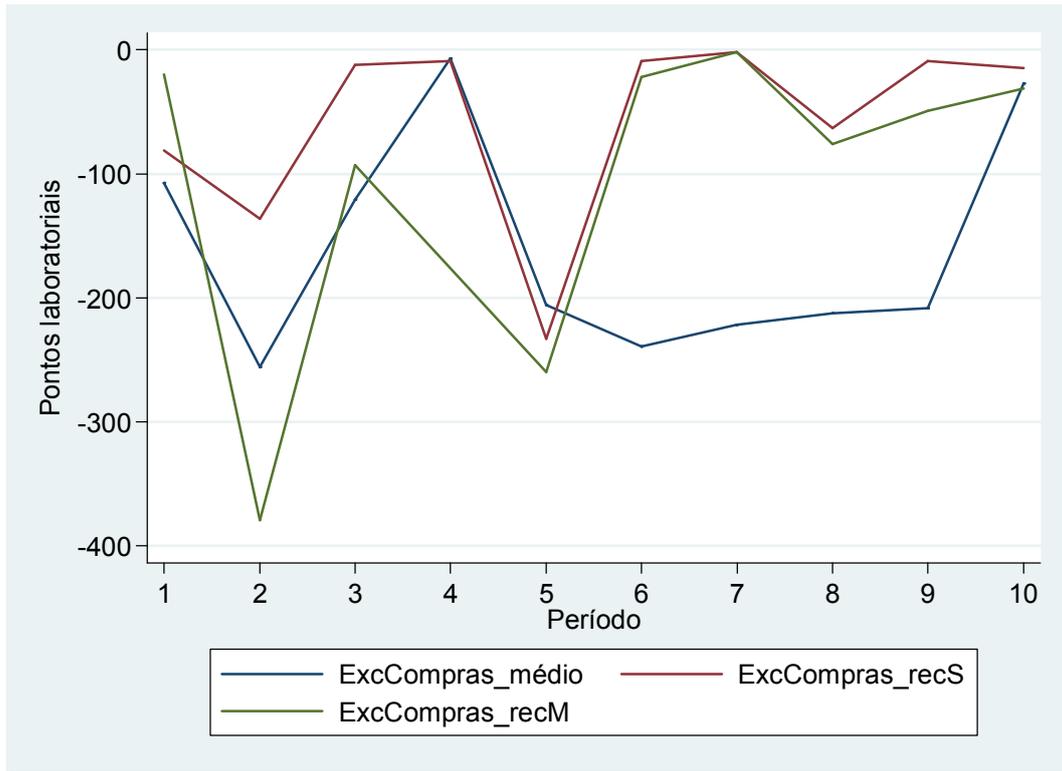


Figura 5.28 – Excedente médio das compras realizado no mercado de reconciliação do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcCompras_médio – Excedente médio dos compradores no mercado de reconciliação registado no conjunto das sessões 1 a 4

ExcCompras_recS – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcCompras_recM – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

Por seu lado, o excedente dos vendedores neste mercado é em regra positivo, para cada uma das quatro sessões do tratamento com *grandfathering*, como se constata através da figura 5.29. Em termos médios, para o conjunto do tratamento, a figura 5.30 mostra que os excedentes realizados pelos vendedores se situaram acima dos valores de referência, confirmando, como previsto no capítulo anterior, a excessiva “benevolência” dos valores potenciais determinados.

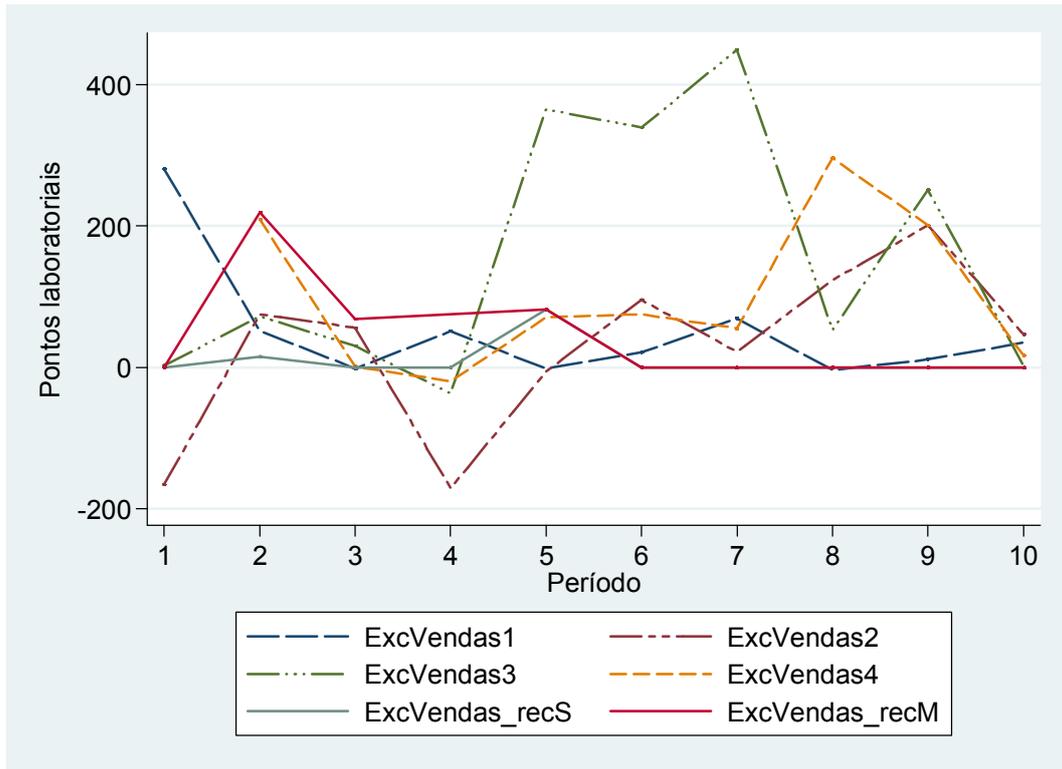


Figura 5.29 – Excedente das vendas no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas

Nota: ExcVendas1 – Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 1

ExcVendas2 - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 2

ExcVendas3 - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 3

ExcVendas4 - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 4

ExcVendas_recS – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcVendas_recM – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

A conclusão que retiramos dos testes às diferentes entre os valores médios observados para o excedente das vendas e os valores de referência é semelhante à que acima elaboramos para o excedente das compras: não existe diferença significativa, com um nível de confiança de 95%, entre os valores médios registados para o excedente das vendas e a referência *market equilibrium* ($z=1.541$ e $p=0.1232$), mas essa diferença existe para a referência *system optimum* ($z=2.293$ e $p=0.0218$).

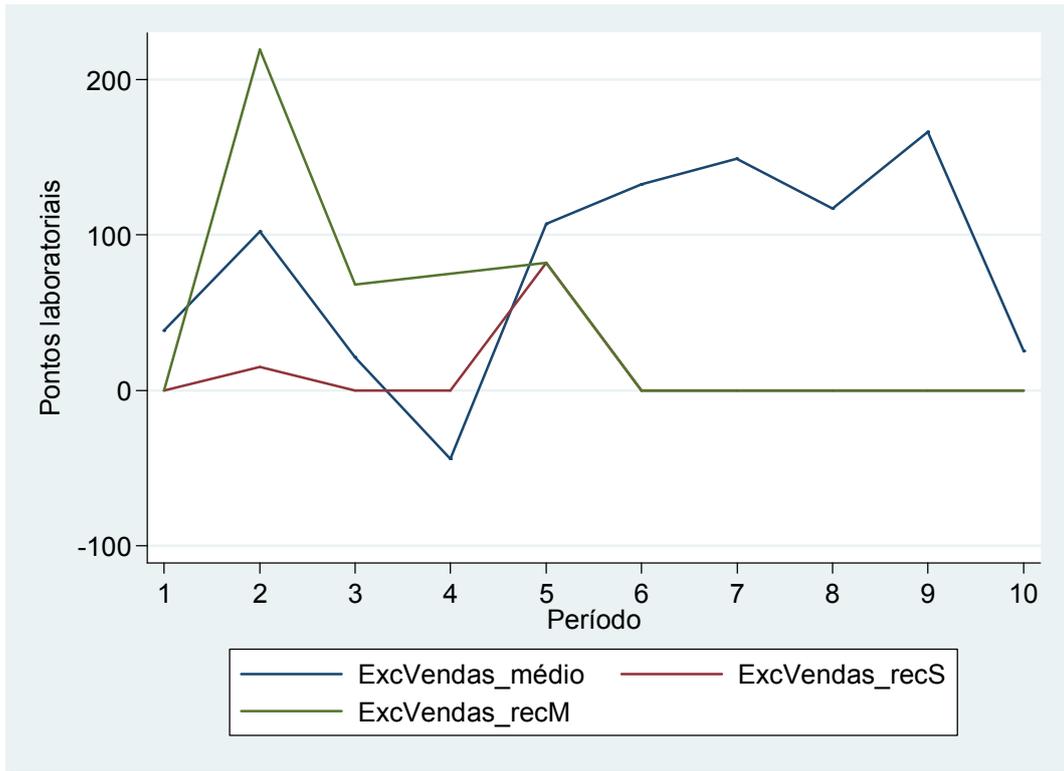


Figura 5.30 – Excedente das vendas no mercado de reconciliação do tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcVendas_médio – Excedente médio dos vendedores no mercado de reconciliação, para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

ExcVendas_recS – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks

ExcVendas_recM – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

A soma dos ganhos realizados pelos compradores e pelos vendedores no mercado de reconciliação (excedente das compras e das vendas, respectivamente), em cada uma das 4 sessões do tratamento com *grandfathering*, encontra-se ilustrada na figura 5.31. Os valores negativos para o excedente total neste mercado são justificados pelo valor negativo dos excedentes das compras, bastante mais elevados, em termos absolutos, que os excedentes observados para as vendas. Esta, aliás, era uma situação prevista teoricamente, como é possível constatar quer na tabela 5.4 quer na representação gráfica, nas figuras 5.31 e 5.32 dos excedentes totais potenciais no mercado de reconciliação (inferiores a zero para as duas referências teóricas consideradas).

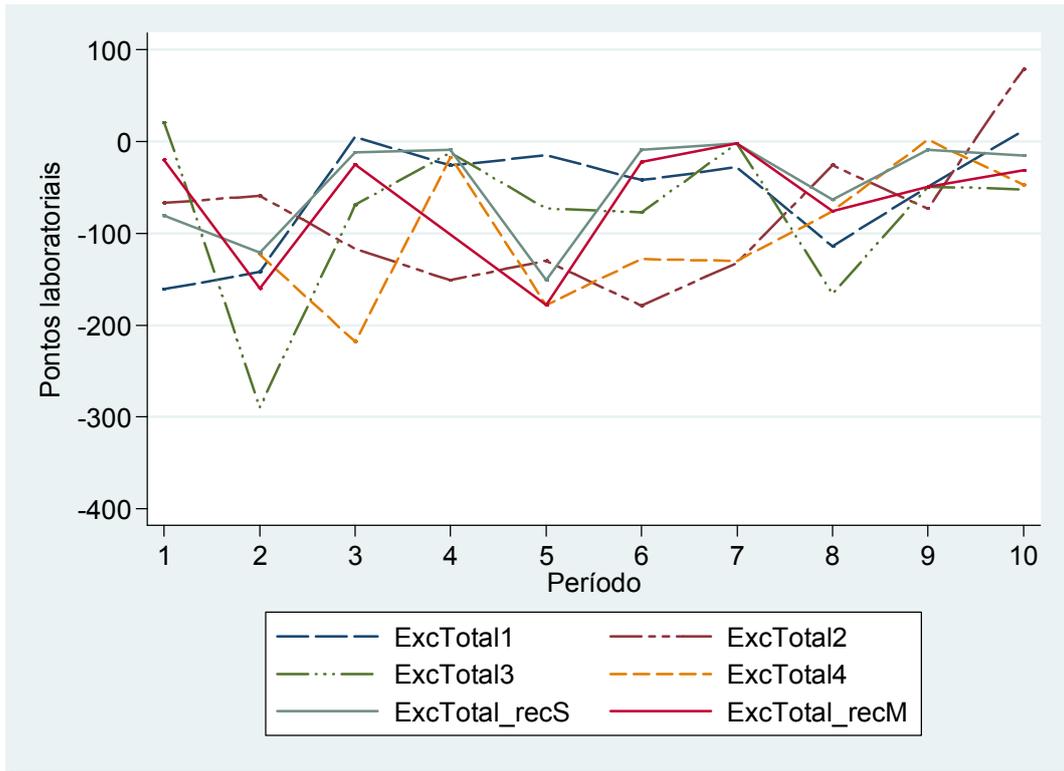


Figura 5.31 – Excedente total no mercado de reconciliação, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas

Nota: ExcTotal1 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 1
 ExcTotal2 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 2
 ExcTotal3 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 3
 ExcTotal4 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 4
 ExcTotal_recS - Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - System Optimum Benchmarks
 ExcTotal_recM - Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - Market Equilibrium Benchmarks

O excedente total realizado no mercado de reconciliação, no conjunto das 4 sessões do tratamento com *grandfathering*, foi, em regra, inferior ao teoricamente previsto, como é possível constatar na figura 5.32. Porém, a diferença entre os valores médios observados e os valores previstos não é estatisticamente significativa para nenhuma das referências teóricas ($z=-1.785$; $p=0.0743$ e $z=-0.889$; $p=0.3743$ para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

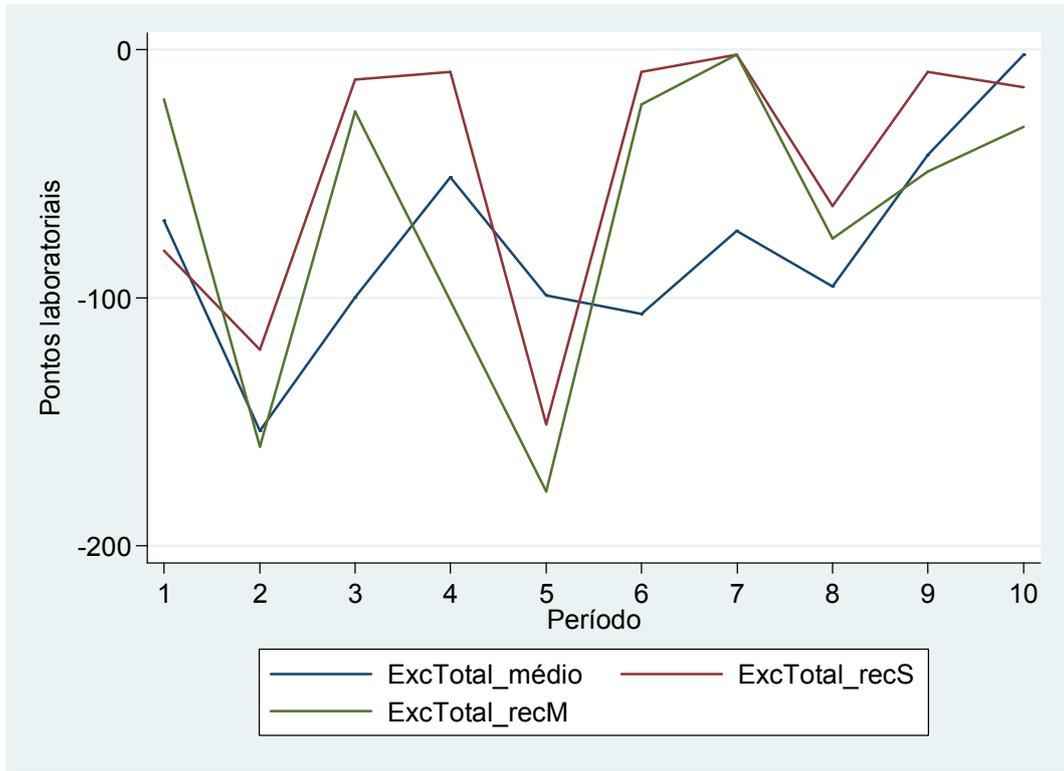


Figura 5.32 – Excedente total médio no mercado de reconciliação para o tratamento com *grandfathering* e previsões teóricas

Nota: ExcTotal_médio – Excedente total médio no mercado de reconciliação, para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

ExcTotal_recS – Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - *System Optimum Benchmarks*

ExcTotal_recM – Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - *Market Equilibrium Benchmarks*

Depois de encerrado o mercado de reconciliação e ajustada a decisão de *banking* feita no início do período (guardando ou usando uma licença de emissão de CO₂, caso não tenha equilibrado a sua posição no mercado de reconciliação), encontramos a afectação final de títulos entre os participantes e, conseqüentemente, o custo total de abatimento das emissões de CO₂, em cada período. Por $CustoAbat_i$ designamos o custo total de abatimento verificado em cada período da sessão experimental i , correspondente ao somatório do custo de abatimento efectivo (isto é, corrigido das flutuações aleatórias) de cada um dos oito participantes nessas sessões experimentais.

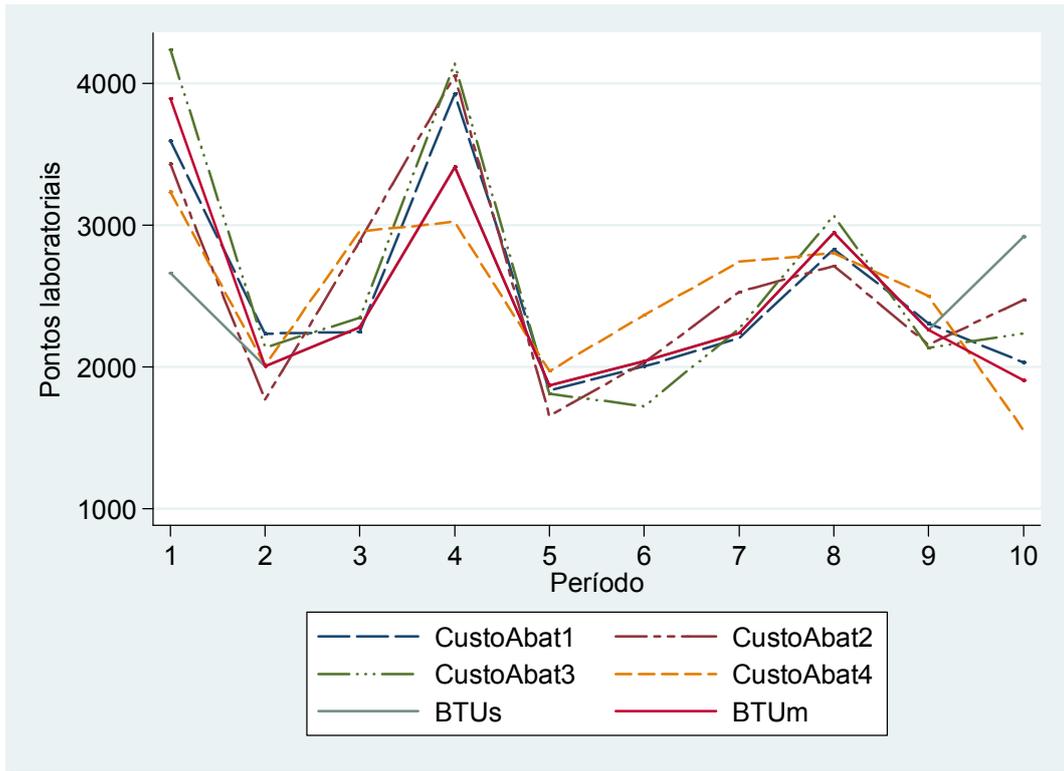


Figura 5.33 - Custo de abatimento total registrado em cada período, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas

Nota: CustosAbat1 – Custo de abatimento total registrado em cada período da sessão 1
 CustosAbat2 – Custo de abatimento total registrado em cada período da sessão 2
 CustosAbat3 – Custo de abatimento total registrado em cada período da sessão 3
 CustosAbat4 – Custo de abatimento total registrado em cada período da sessão 4
 BTUs – Custo de abatimento total registrado em cada período, para o System Optimum Benchmark (de um mercado de transacção de licenças de emissão, com banking, num contexto de incerteza – BTU)
 BTUm - Custo de abatimento total registrado em cada período, para o Market Equilibrium Benchmark (de um mercado de transacção de licenças de emissão, com banking, num contexto de incerteza – BTU)

Como é visível na figura 5.33, o custo total de abatimento registrado nas sessões experimentais ficou acima do custo total de abatimento mínimo, determinado com base nas referências teóricas *system* e *market*, para um mercado concorrencial de transacção de direitos de emissão, num contexto de incerteza e possibilidade de *banking*. No entanto, como ressalta de forma clara da figura 5.34, em todas as sessões experimentais o custo de abatimento total foi inferior ao que resultaria da aplicação de uma política de *Comando-e-Controllo*.

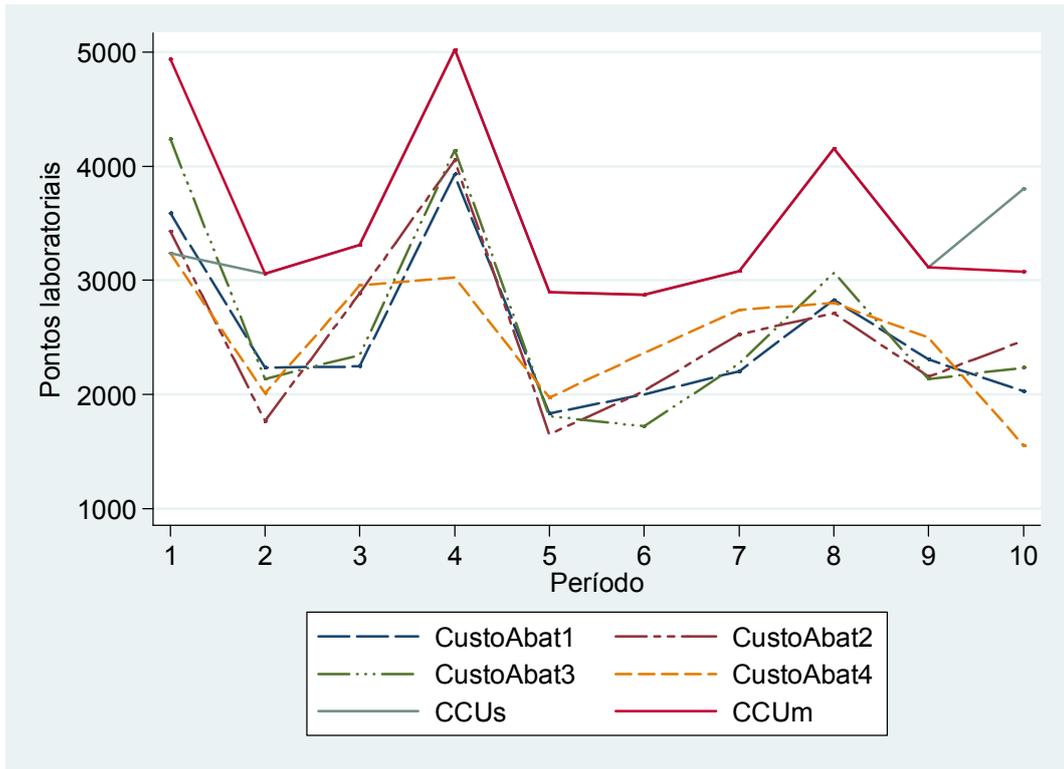


Figura 5.34 - Custo de abatimento total registado em cada período, nas sessões 1 a 4, e previsões teóricas para uma política de *Comando-e-Controlo* (CCU)

Nota: CustoAbat1 – *Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 1*
 CustoAbat2 – *Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 2*
 CustoAbat 3 – *Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 3*
 CustoAbat 4 – *Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 4*
 CCUs – *Custo de abatimento total registado em cada período, para o System Optimum Benchmark de uma política de Comando-e-Controlo (CCU)*
 CCUm - *Custo de abatimento total registado em cada período, para o Market Equilibrium Benchmark de uma política de Comando-e-Controlo (CCU)*

A figura 5.35 ilustra o comportamento médio dos custos totais de abatimento observados para o tratamento com *grandfathering*, assim como os valores teóricos para uma política ambiental de *Comando-e-Controlo* e para uma política que contemple a criação de um mercado para transacção de licenças de emissão.

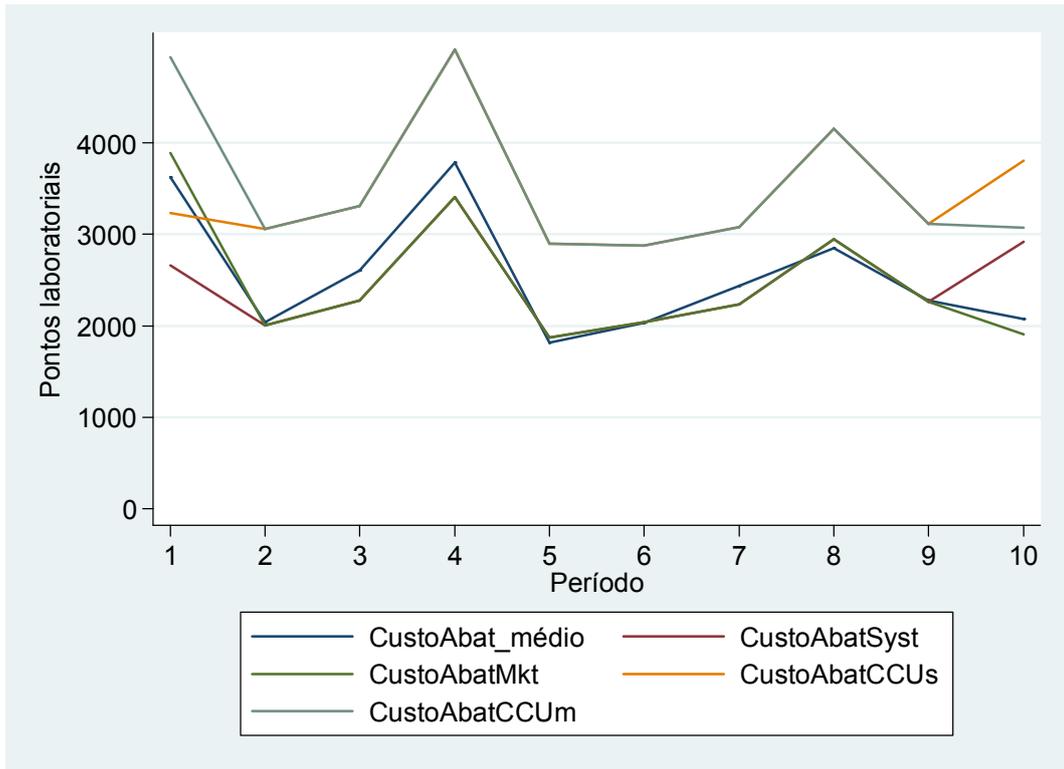


Figura 5.35 - Custo de abatimento médio total para o conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*, e previsões teóricas para uma política de *Comando-e-Controllo* (CCU) e um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão (BTU)

Nota: CustoAbat_médio – Custo de abatimento total médio registado no conjunto das sessões do tratamento com *grandfathering*

CustoAbatSyst – Custo de abatimento total registado em cada período, para o *System Optimum Benchmark* (de um mercado de transacção de licenças de emissão, com *banking*, num contexto de incerteza – BTU)

CustoAbatMkt - Custo de abatimento total registado em cada período, para o *Market Equilibrium Benchmark* (de um mercado de transacção de licenças de emissão, com *banking*, num contexto de incerteza – BTU)

CustoAbatCCUs – Custo de abatimento total registado em cada período, para o *System Optimum Benchmark* de uma política de *Comando-e-Controllo* (CCUs)

CustoAbatCCUm - Custo de abatimento total registado em cada período, para o *Market Equilibrium Benchmark* de uma política de *Comando-e-Controllo* (CCUm)

É possível verificar graficamente que o custo total de abatimento observado segue de muito perto os valores teóricos para o mercado de transacção de licenças de emissão, com *banking* e num contexto de incerteza (BTU). No primeiro e no último período, constatamos, de forma inequívoca, que os valores médios observados se aproximam muito mais da referência *market equilibrium* do que da *system optimum* como, aliás, fomos constatando ao longo de toda esta secção. Ainda assim, realizado o teste às diferenças entre o custo total médio observado e estas duas referências (BTUs e

BTUm), a conclusão é semelhante: para um nível de significância de 5% não podemos rejeitar a hipótese de igualdade entre os valores teóricos e os observados ($z=0.866$; $p=0.3863$ e $z=0.968$; $p=0.3329$ para as referências *system* e *market*, respectivamente). Pelo contrário, a diferença entre o custo total de abatimento observado e o de uma política de *Comando-e-Controlo* é estatisticamente significativa, para um nível de 1% ($z=-2.701$; $p=0.0069$ e $z=-2.803$; $p=0.0051$ para as referências CCUs e CCUm, respectivamente).

Tabela 5.5 - Índices de eficiência das sessões do tratamento com *grandfathering*

Período	Sessão 1		Sessão 2		Sessão 3		Sessão 4		TOTAL	
	Is ₁	Im ₁	Is ₂	Im ₂	Is ₃	Im ₃	Is ₄	Im ₄	Is	Im
1	-0.62	1.29	-0.34	1.44	-1.75	0.67	0.00	1.63	-0.68	1.26
2	0.78	0.78	1.22	1.22	0.87	0.87	0.99	0.99	0.97	0.97
3	1.03	1.03	0.41	0.41	0.93	0.93	0.34	0.34	0.68	0.68
4	0.68	0.68	0.60	0.60	0.55	0.55	1.24	1.24	0.77	0.77
5	1.04	1.04	1.21	1.21	1.06	1.06	0.90	0.90	1.05	1.05
6	1.05	1.05	1.01	1.01	1.38	1.38	0.61	0.61	1.01	1.01
7	1.04	1.04	0.66	0.66	0.96	0.96	0.40	0.40	0.77	0.77
8	1.1	1.1	1.20	1.20	0.90	0.90	1.12	1.12	1.08	1.08
9	0.95	0.95	1.12	1.12	1.15	1.15	0.72	0.72	0.99	0.99
10	2.00	0.89	1.50	0.52	1.77	0.72	2.54	1.30	1.95	0.86
Média	0.91	0.99	0.86	0.94	0.78	0.92	0.89	0.93	0.86	0.95

Nota: $Is_i = \frac{(CCU_s - CustoAbat_i)}{(CCU_s - BTU_s)}$ e $Im_i = \frac{(CCU_m - CustoAbat_i)}{(CCU_m - BTU_m)}$ com $i=1, 2, 3, 4$

Os índices de eficiência Im_i e Is_i , calculados para os 10 períodos de cada sessão i e apresentados na tabela 5.5, quantificam a realização dos ganhos potenciais de um mercado para transacção de licenças de emissão com as características descritas detalhadamente no capítulo anterior, num cenário com e sem *banking* por precaução, respectivamente. Ambos assumem o valor 1 quanto a totalidade dos ganhos potenciais é realizada face à referência teórica em questão, sendo negativo se os custos de abatimento da sessão forem superiores aos de uma política de *Comando-e-Controlo*. Obviamente, como os custos de abatimento para as referências *Market Equilibrium* e

System Optimum diferem apenas no primeiro e no último período, também estes índices diferem apenas nesses períodos.

Da análise da tabela 5.5, constatamos que a realização efectiva dos ganhos ficou nalguns períodos abaixo do potencial mas outros houve em que os ganhos realizados ultrapassaram a referência teórica. Assim se justifica que, na média dos 10 períodos, se tenham realizado mais de 90% dos ganhos potenciais em todas as sessões, quando considerada a referência *Market Equilibrium* (com a sessão 1 a conseguir mesmo 99% desses ganhos) e se tenha situado entre os 78% e os 91% se calculada com base na referência *System Optimum*. O mesmo é dizer que, no conjunto das quatro sessões realizadas para este tratamento, obtivemos um valor médio de 86% para o índice de eficiência calculado com base na referência *system* e um valor médio de 95% para esse índice, quando considerada a referência *market*. Tendo em conta, porém, que efectivamente os custos totais de abatimento observados se aproximaram mais da referência *market equilibrium* do que da referência alternativa (como vimos na figura 5.35) podemos concluir que a eficiência da instituição de mercado que representamos laboratorialmente se terá situado acima dos 90%. Em posse desta informação, podemos sintetizar a análise dos dados obtidos para este tratamento da seguinte forma:

RESULTADO 2: *Mesmo não estando garantidas todas as hipóteses subjacentes ao modelo de Dales (1968) e Montgomery (1972), isto é, não se tratando de um mercado com concorrência perfeita (devido à diferente dimensão e estrutura de custos dos participantes e incerteza na procura), para além de contemplar a possibilidade de banking, não prevista no modelo original daqueles autores, o nosso mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão, com grandfathering, funciona e permite reduções substanciais (entre 86% e 95%) nos custos totais de abatimento (comparativamente com uma política de Comando-e-Controlo).*

Ou seja, o índice de eficiência média registado no conjunto do tratamento confirma a nossa Hipótese 1.

Conclui-se, portanto, que as regras de funcionamento do mercado laboratorial que estipulamos, com *grandfathering* das licenças de CO₂, fornecem de forma adequada os incentivos necessários a uma reafecção óptima dos títulos de emissão, indiciando

que tal seja igualmente possível no seio do EU ETS. A instituição laboratorial representada funcionou, permitindo uma redução de custos face à distribuição inicial de títulos, através da sua reafecção pelos agentes que lhes atribuíam maior valor, objectivo último da implementação deste instrumento de política ambiental.

Resta apenas referir, para encerrarmos a análise dos dados relativamente ao tratamento com *grandfathering*, quais os ganhos realizados pelos participantes, nesta parte das nossas sessões experimentais e compará-los com os ganhos potenciais. Como referimos anteriormente, a dimensão e estrutura de custos atribuídas a cada um dos oito participantes no nosso mercado é muito diferenciada (tabela 4.4 do capítulo 4). Por esse motivo, os ganhos potenciais de cada um são também muito díspares, justificando-se assim a adição de um rendimento inicial diferenciado a cada participante, conforme explicado na secção sobre *Procedimentos* do capítulo anterior. Devido aos valores das flutuações aleatórias das emissões usados em todas as sessões experimentais (matriz de incerteza da tabela 4.5), para alguns países a adopção ou não do comportamento de *banking* por precaução tem implicações enormes sobre os ganhos potenciais. Caso optem por usar, em cada período, a totalidade dos títulos que lhe são atribuídos, a Bélgica e a Holanda têm mesmo ganhos negativos, em pontos, o que corresponde a 0 euros, conforme se vê na tabela 5.6 da coluna referente à previsão teórica *system optimum*.¹⁸⁸ Para todos os outros países, os ganhos potenciais são também superiores na referência *market equilibrium*, o que significa que a poupança de uma licença de emissão em todos os períodos da sessão é o comportamento que maximiza os ganhos individuais de todos os participantes.

Da análise da tabela 5.6 verificamos que existem grandes diferenças nos ganhos realizados por diferentes sujeitos representando o mesmo país, uns mais próximos dos ganhos calculados com base na referência *system optimum* e outros na referência *market equilibrium*. É o caso, por exemplo, da Holanda, com ganhos iguais a 0 nas sessões 1, 3 e 4, exactamente iguais ao previsto na referência *system optimum*, e com ganhos iguais a €15.7 na sessão 2, um valor muito mais próximo dos €14 de ganhos previstos para a referência *market equilibrium*.

¹⁸⁸ Recorde-se, a este respeito, a nota de rodapé nº 176 do capítulo 4.

Tabela 5.6 – Ganhos dos participantes (em euros) relativos à 3ª parte da sessão experimental no tratamento com *grandfathering*¹⁸⁹

Participante	Previsões teóricas (€)		Ganhos realizados (€)				
	System	Market	Sessão 1	Sessão 2	Sessão 3	Sessão 4	TOTAL
Bélgica (S1)	0.0	13.8	14.5	4.8	4.2	7.5	7.7
Espanha (S2)	9.1	13.7	12.1	0.0	11.1	7.4	7.7
Alemanha (S3)	13.7	18.1	13.3	1.2	14.4	19.5	12.1
Grécia (S4)	12.9	13.1	11.7	17.5	16.7	11.1	14.3
França (S5)	2.4	13.7	14.5	0.0	11.7	5.6	7.9
Itália (S6)	3.3	13.7	3.0	1.0	0.0	5.1	2.3
R.Unido (S7)	6.9	13.9	12.4	0.0	15.9	17.8	11.5
Holanda (S8)	0.0	14.0	0.0	15.7	0.0	0.0	3.9
Média	6.0	14.2	10.2	5.0	9.2	9.2	8.4

Com base nos testes estatísticos às diferenças entre os ganhos médios realizados pelos participantes, no conjunto das 4 sessões do tratamento com *grandfathering*, concluímos que existe uma diferença estatisticamente significativa, para um nível de 5%, entre os ganhos médios observados e a referência *market equilibrium* ($z = -2.380$; $p = 0.0173$), o mesmo não se verificando quando comparados com os ganhos potenciais da referência *system optimum* ($z = 1.400$; $p = 0.1614$).¹⁹⁰ Esta é uma conclusão que poderia parecer contraditória, tendo em conta o que referimos acerca do comportamento dos custos totais de abatimento das emissões de CO₂, seguindo mais de perto a tendência prevista pela referência *market equilibrium* do que a tendência *system optimum*. Porém, como vimos logo no início da secção 5.3, o facto de os participantes não adoptarem um comportamento regular de *banking* ao longo de toda a sessão (guardando sempre 1 título no início de cada período) justifica esta diferença entre os ganhos potenciais e os realizados. As sanções por incumprimento, neste tratamento, são extremamente penalizadoras dos ganhos dos participantes pelo que, a posse, ou não, de um título para fazer face a um défice imprevisto tem grandes impactos sobre os ganhos de cada participante.

Os sujeitos que obtiveram ganhos mais elevados foram aqueles a quem foi atribuída a dimensão e estrutura de custos representativa da Grécia (ganho médio de

¹⁸⁹ Recorde-se que a estes valores se somavam ainda os ganhos da 2ª parte da sessão experimental – relativos às escolhas na MPL – e os €5 da taxa de participação.

¹⁹⁰ Tabela T do Anexo 8.

€14.3). Foi, portanto, o país com menor dimensão que obteve os maiores ganhos, logo seguido dos dois maiores países no mercado: a Alemanha, com €12.3 e o Reino Unido, com €11.5

5.4 – TRATAMENTO EXPERIMENTAL COM LEILÃO INICIAL DE DIREITOS DE EMISSÃO

As sessões 5, 6, 7 e 8, realizadas em Maio de 2009 distribuíam as licenças de emissão através de um leilão que ocorria no início de cada um dos 10 períodos. Assim, a 3ª parte destas sessões experimentais incluía uma tarefa adicional, comparativamente com o tratamento anterior: a participação no leilão. Portanto, para além de analisarmos, nesta secção, o comportamento de *banking* ao longo dos 10 períodos de cada uma das quatro sessões, dos preços e quantidades de equilíbrio no mercado inicial e também no mercado de reconciliação, analisamos, em primeiro lugar, o comportamento do leilão inicial.¹⁹¹

Da análise dos resultados experimentais obtidos, pretendemos verificar se o leilão de Ausabel (2004) se comporta da forma teoricamente prevista quando aplicado a um mercado que se pretende próximo do EU ETS, garantindo o resultado mais eficiente económica e ambientalmente. Ou seja, avaliamos se com a introdução de um leilão inicial dos direitos de emissão deste tipo se garante que estes fiquem na posse de quem mais os valorizam, minimizando assim os custos de abatimento. Ainda que os direitos de emissão de CO₂ possam ser considerados um “bem homogéneo”, como qualquer outro, diversas características e condições verificadas após o leilão podem, ou não, influenciar o desempenho daquele: existência de um mercado secundário onde podem ser transaccionadas as unidades adquiridas no leilão (mercado inicial); incerteza na procura; mercado de reconciliação; e possibilidade de *banking*. É precisamente a esta questão que pretendemos dar resposta com a análise de dados que de seguida efectuamos (sintetizados na tabela 5.7).

¹⁹¹ Também neste tratamento se dispõe de 320 observações relativamente a cada uma das decisões em análise.

Tabela 5.7 – Resultados experimentais obtidos no leilão inicial (média das sessões 5 a 8)

Período	Preço leilão		Psyst	Pmkt	Quantidade leilão			Qsyst=Qmkt	Receita total leilão			Receita Total Syst		
	Média	Mediana			Desvio-Padrão	Média	Mediana		Desvio-Padrão	Média	Mediana		Desvio-Padrão	
1	134.0	139.0	10.0	139.0	139.0	88.0	88.0	0.0	88	9812.0	9832.0	278.6	10092	10092
2	119.0	119.0	0.0	119.0	119.0	88.0	88.0	0.0	88	8907.0	8712.0	390.0	9512	9492
3	124.0	119.0	10.0	139.0	119.0	88.0	88.0	0.0	88	8932.0	8712.0	440.0	10092	10092
4	129.0	129.0	11.5	139.0	119.0	88.0	88.0	0.0	88	9147.0	9142.0	502.4	10092	10092
5	119.0	119.0	16.3	99.0	99.0	84.8	88.0	6.5	88	8585.3	8712.0	856.4	8712	8712
6	119.0	119.0	16.3	139.0	119.0	87.0	88.0	2.0	88	8853.0	8712.0	577.0	10092	10092
7	114.0	119.0	10.0	139.0	119.0	86.3	88.0	3.5	88	8693.8	8712.0	536.4	10092	10092
8	114.0	119.0	10.0	139.0	119.0	87.0	88.0	2.0	88	8613.0	8712.0	198.0	10092	10092
9	124.0	119.0	10.0	139.0	119.0	88.0	88.0	0.0	88	8917.0	8712.0	410.0	10092	10092
10	119.0	119.0	0.0	139.0	99.0	88.0	88.0	0.0	88	8712.0	8712.0	0.0	8712	10092
Total	121.5	119.0	11.3	133.0	117.0	87.3	88.0	2.4	88	8917.2	8712.0	538.8	9758	9894

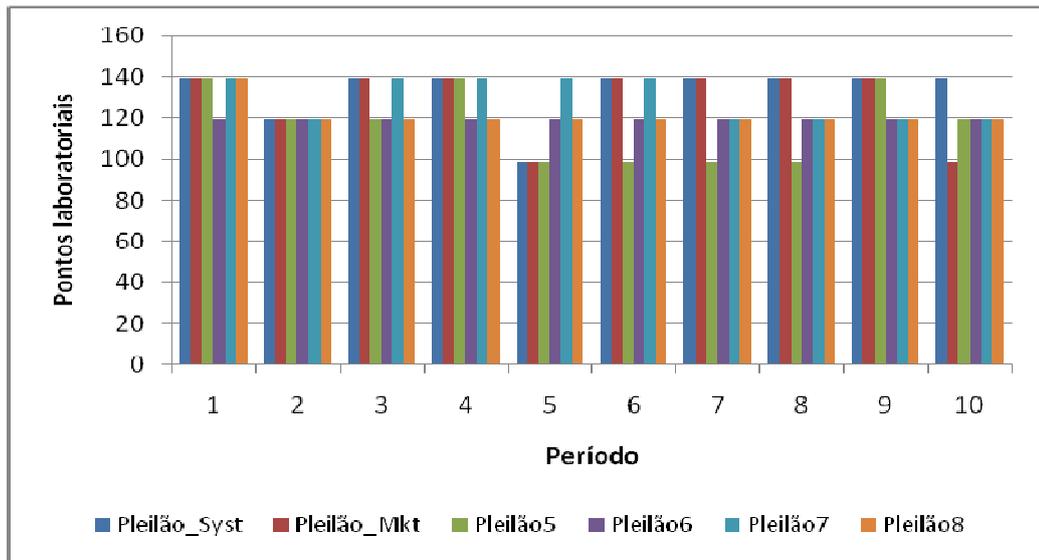


Figura 5.36 – Preços finais (ou de encerramento) no leilão de Ausabel e previsões teóricas

Nota: Pleilão5 – Preço de encerramento do leilão em cada período da sessão 5

Pleilão6 – Preço de encerramento do leilão em cada período da sessão 6

Pleilão7 – Preço de encerramento do leilão em cada período da sessão 7

Pleilão8 – Preço de encerramento do leilão em cada período da sessão 8

Pleilão_Syst – Preço de encerramento do leilão em cada período, para a referência System Optimum

Pleilão_Mkt - Preço de encerramento do leilão em cada período, para a referência Market Equilibrium

Como previsto *a priori*, os preços finais no leilão implementado laboratorialmente situaram-se entre os 99 e os 139 pontos laboratoriais. No entanto, o leilão encerrou com um preço inferior a 139 muito mais vezes que o previsto. Chegou mesmo a encerrar quatro vezes, na sessão 5, ao primeiro preço proposto pelo leiloeiro (99 pontos) quando prevíamos que tal acontecesse apenas no período 5.

Como se pode constatar a partir da análise da tabela 5.7 e da figura 5.37, no conjunto das sessões experimentais levados a cabo para o tratamento com leilão inicial das licenças de emissão, o preço médio de encerramento do leilão ficou abaixo das previsões teóricas. No entanto, as diferenças entre o preço médio de encerramento e as previsões teóricas só são estatisticamente significativas para a referência *system optimum* ($z = -2.049$; $p = 0.0404$), não se podendo rejeitar a hipótese da igualdade entre

os valores médios observados e os valores previstos para a referência *market equilibrium* ($z=1.144$; $p=0.2524$), com um nível de confiança de 95%.¹⁹²

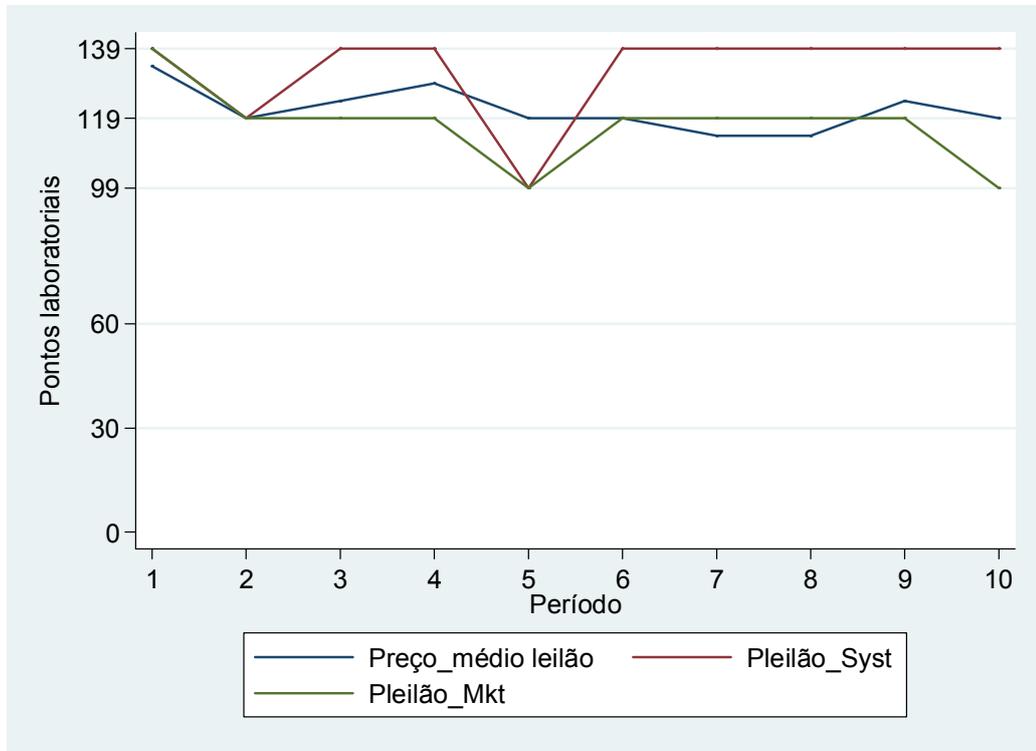


Figura 5.37 – Preço médio de encerramento do leilão de Ausabel, no conjunto das sessões experimentais 5 a 8, e previsões teóricas

Nota: Preço_médio leilão – Preço médio de encerramento do leilão para o conjunto das quatro sessões do presente tratamento experimental

Pleilão_Syst – Preço de encerramento do leilão em cada período, para a referência *System Optimum*

Pleilão_Mkt - Preço de encerramento do leilão em cada período, para a referência *Market Equilibrium*

O número médio de licenças de emissão atribuído no momento de encerramento do leilão, para o conjunto das quatro sessões experimentais, ficou abaixo da quantidade total oferecida (88 unidades), como verificamos da leitura da tabela 5.7. Para as duas referências teóricas consideradas, com e sem *banking* por precaução, o leilão implementado produziria o resultado mais eficiente, distribuindo as 88 licenças de emissão disponíveis entre os agentes que mais as valorizassem. Porém, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa, ao nível de significância de 5%, entre o número

¹⁹² Os valores destes testes, assim como todos os restantes que realizamos no decorrer desta secção para análise dos dados experimentais obtidos nas sessões do tratamento com leilão, encontram-se no Anexo 9.

médio de títulos distribuído no leilão e o previsto ($z=-1.985$; $p=0.0472$). Para este resultado contribui exclusivamente a sessão 5. Ou seja, se excluía aquela sessão, a quantidade média de títulos distribuída pelo leilão passa a ser exactamente igual a 88, já que nas sessões 6, 7 e 8 o leilão encerrou com a venda da totalidade de títulos disponível. O comportamento do leilão na sessão 5 surge, portanto, destacado pela negativa mas afigura-se-nos como um *outlier*, como vamos confirmar mais à frente

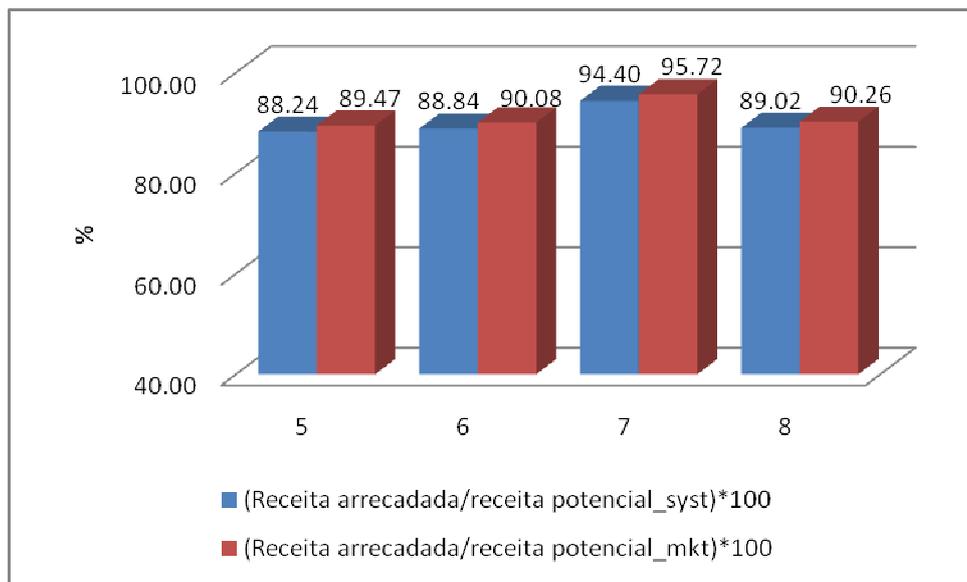


Figura 5.38 – Receita total realizada no leilão inicial face à teoricamente prevista, em termos percentuais, nas sessões 5, 6, 7 e 8

Ainda assim, apesar de não coincidente com o valor previsto para a receita total do leilão de Ausabel, todas as sessões registaram uma realização de cerca de 90% (sessões 5, 6 e 8) ou mais (sessão 7), das receitas potenciais. Considerando as referências *system optimum* e *market equilibrium*, em média, as quatro sessões conseguiram realizar 90.1% e 91.4% das receitas potenciais, respectivamente.

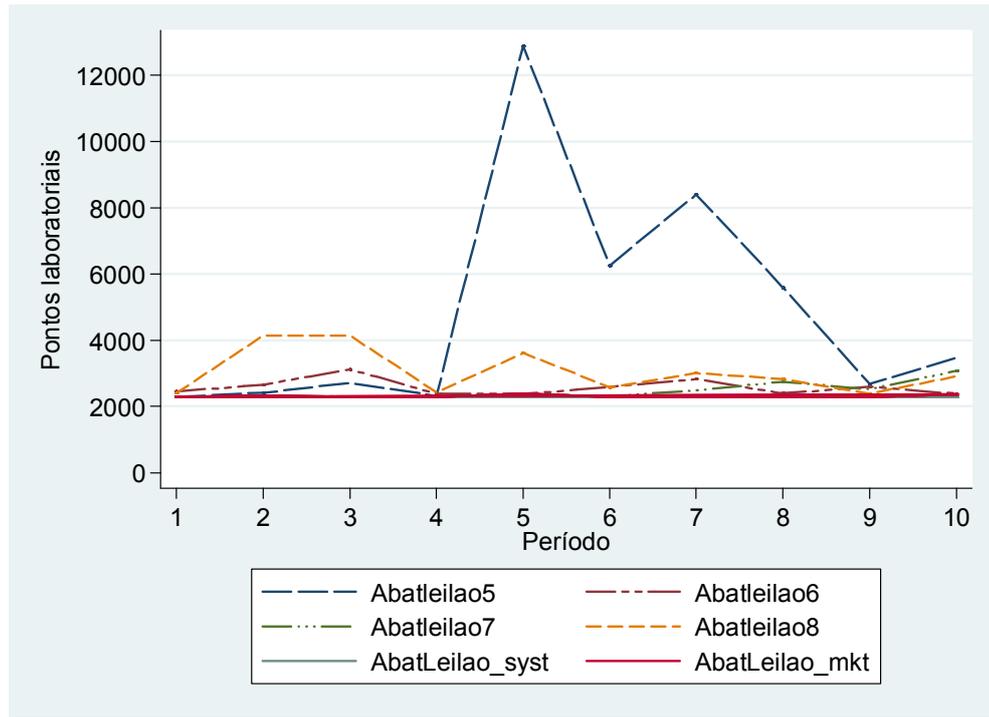


Figura 5.39 – Custos de abatimento em cada sessão após encerramento do leilão e previsões teóricas

Nota: Abatleilao5 – Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada período da sessão5

Abatleilao6 – Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada período da sessão6

Abatleilao7 – Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada período da sessão7

Abatleilao8 – Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada período da sessão8

AbatLeilao_syst – Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial para a referência *System Optimum*

AbatLeilao_mkt - Custo de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial para a referência *Market Equilibrium*

Para a avaliação da eficiência do leilão implementado, comparamos ainda as atribuições de licenças de emissão de CO₂ feita após encerramento do leilão em cada sessão, com a afectação óptima. Mais concretamente, comparamos os custos de abatimento daí resultantes com os custos mínimos de abatimento, inscritos na tabela 4.8 do capítulo anterior, e que representamos na figura 5.39. Da análise desta figura, facilmente constatamos a existência de uma grande diferença entre os valores previstos para o custo de abatimento após o encerramento de leilão, de acordo com as regras do modelo de Ausabel (2004), e os custos de abatimento resultantes da afectação de títulos do leilão de alguns períodos das nossas sessões experimentais. Na sessão 5 estes

chegam mesmo a ser, no 5º período, mais de 5 vezes superiores aos valores de referência! Nas restantes sessões experimentais, apesar de não existir uma disparidade tão grande, os custos de abatimento das unidades não adquiridas no leilão são também superiores às referências teóricas: custos de abatimento acima dos potenciais de aproximadamente 111%, 12%, 7% e 32% nas sessões 5, 6, 7 e 8, respectivamente, como se representa na figura 5.40.

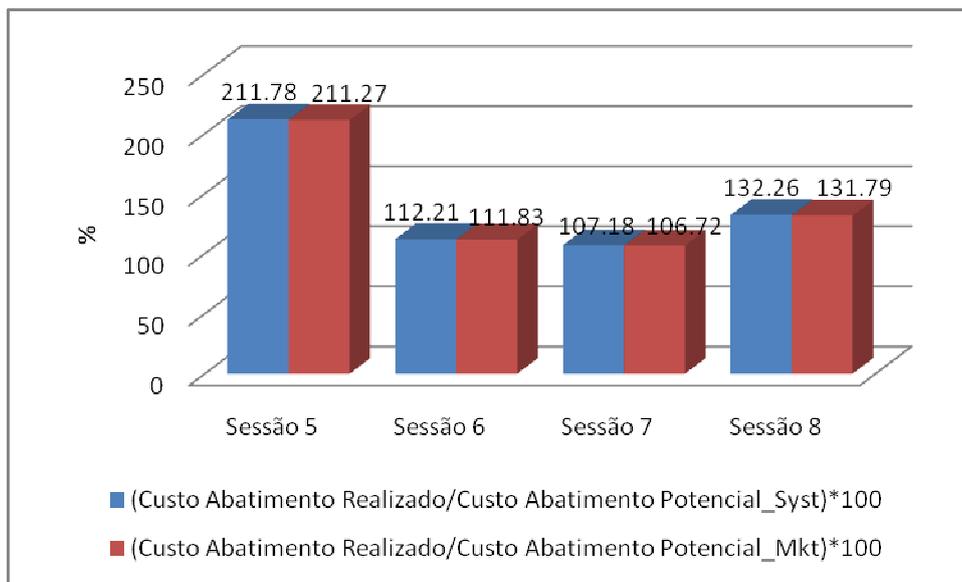


Figura 5.40 – Relação entre os custos de abatimento das unidades não adquiridas no leilão inicial, em cada sessão, e os custos de abatimento potenciais para as referências *System Optimum* e *Market Equilibrium*

Na figura acima surge destacada a relação entre os custos de abatimento da sessão 5 e os custos previstos para um leilão eficiente de Ausabel, onde se pode constatar que os primeiros foram mais que o dobro dos últimos. Como tínhamos já constatado na figura 5.39, e anteriormente na análise dos preços, quantidades e receitas geradas no leilão, essa é uma sessão com resultados muito diferentes das restantes, pelo que teremos de procurar identificar os comportamentos que estarão na sua origem. As sessões 6 e 7 registam um nível de eficiência bastante próximo do previsto teoricamente, como se verifica na figura 5.40, indiciando a adequabilidade do modelo de Ausabel para leiloar as licenças de emissão de CO₂, num contexto como o que representamos laboratorialmente.

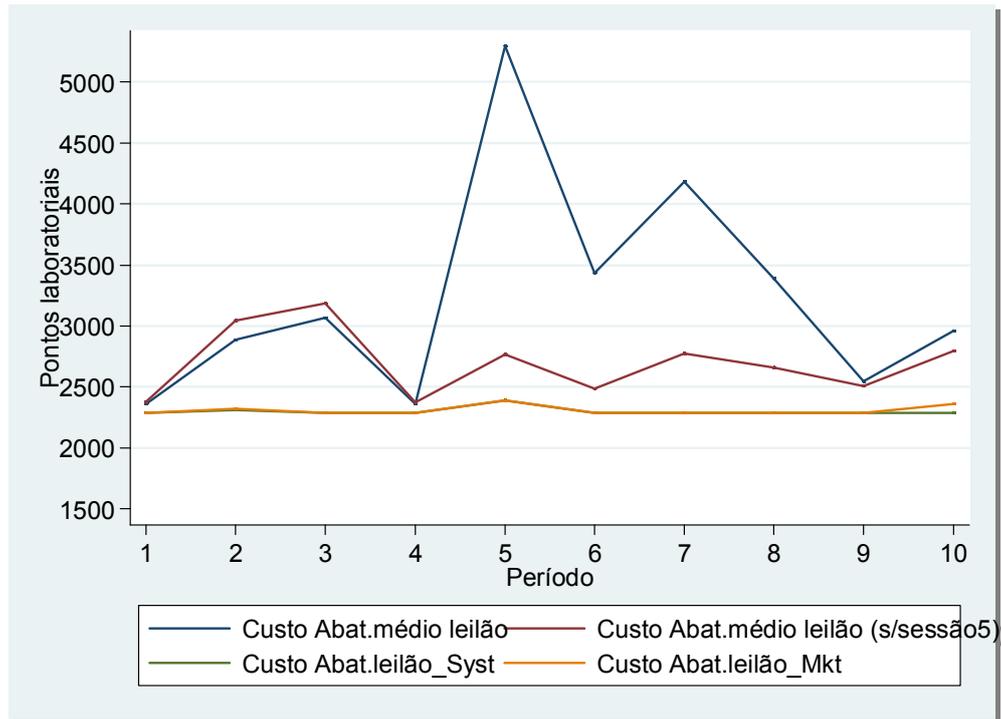


Figura 5.41 – Custo de abatimento médio após encerramento do leilão (para o conjunto das sessões e excluindo a sessão 5) e previsões teóricas

Considerando a média dos custos de abatimento registados após o encerramento do leilão, para o conjunto das quatro sessões (Custo Abat.médio leilão, na figura 5.41), concluímos existir uma diferença estatisticamente significativa, para um nível de significância de 5%, face aos custos teóricos, para as duas referências ($z = 2.803$ e $p = 0.0051$). Se excluída a sessão 5 (Custo Abat.médio leilão (s/sessão5), na figura 5.41), a nossa conclusão mantém-se, já que obtemos exactamente o mesmo resultado para o teste não paramétrico de Wilcoxon.¹⁹³ Ou seja, não podemos rejeitar a hipótese de que o custo de abatimento médio das emissões que resulta da afectação final do leilão de Ausabel é superior ao teórico, quer seja considerado o *outlier* ou não.

Observando a distribuição de títulos que resultou da participação no leilão, em cada período das quatro sessões experimentais, para cada um dos oito participantes, procuramos analisar os motivos da discrepância verificada entre os custos de abatimento realizados e os previstos, sobretudo na sessão 5.

Como se verifica na figura 5.42, os participantes com menor dimensão, Bélgica (S1) e Grécia (S4), adquirem sempre menos unidades do que as óptimas, enquanto os

¹⁹³ Ver tabelas C e D do Anexo 9.

participantes representativos da Alemanha (S3) e Reino Unido (S7), com maior dimensão e menores custos marginais de abatimento, conseguem sempre mais títulos de emissão de CO₂ do que seria eficiente (com excepção da sessão 5 que, como vimos, se afigura *como outlier*). Ou seja, o nosso leilão não entregou as licenças de emissão aos sujeitos que mais os valorizam, justificando-se, portanto, os custos de abatimento mais elevados daí resultantes.

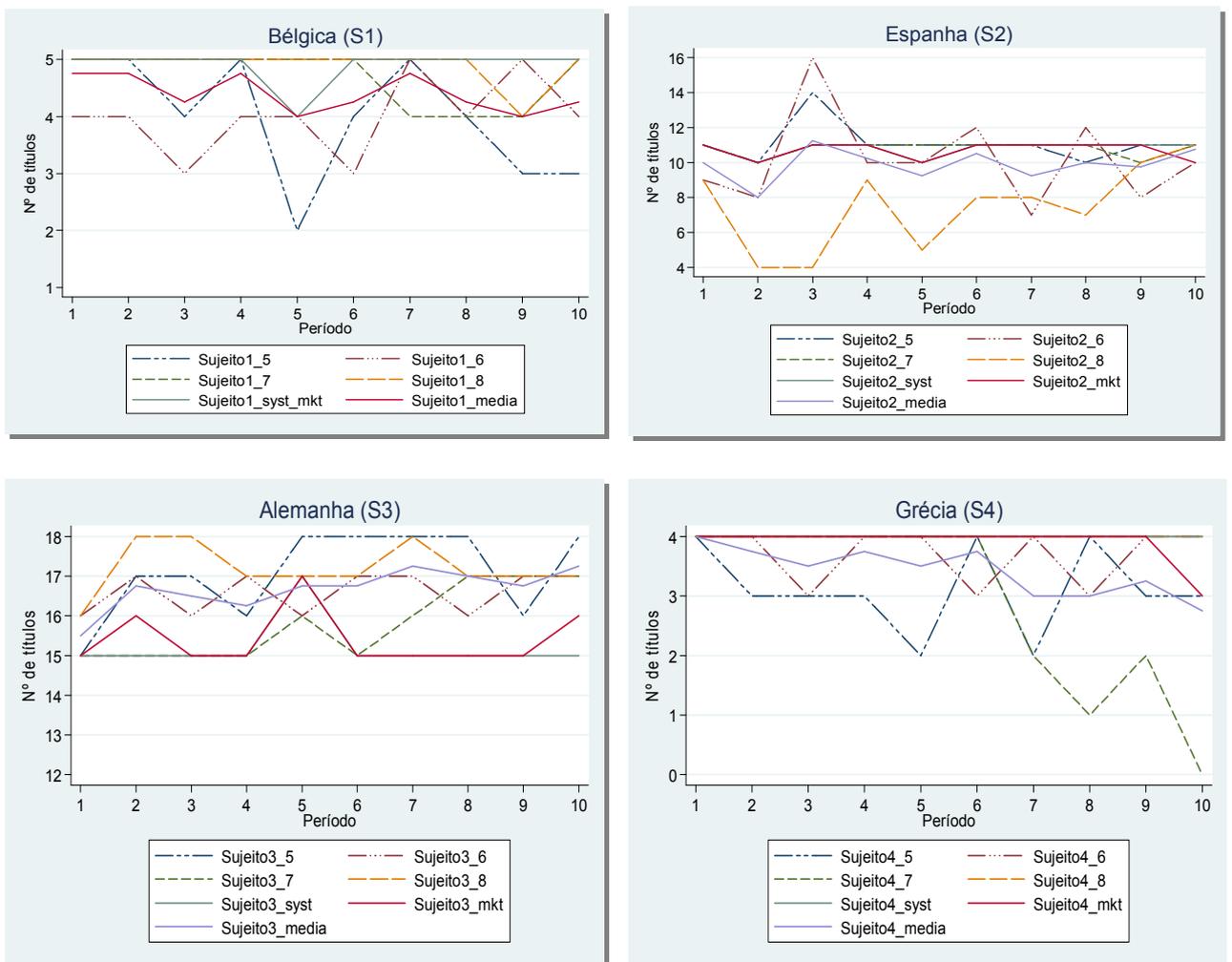


Figura 5.42 – Afecção final de títulos após encerramento do leilão, entre os participantes, e previsões teóricas

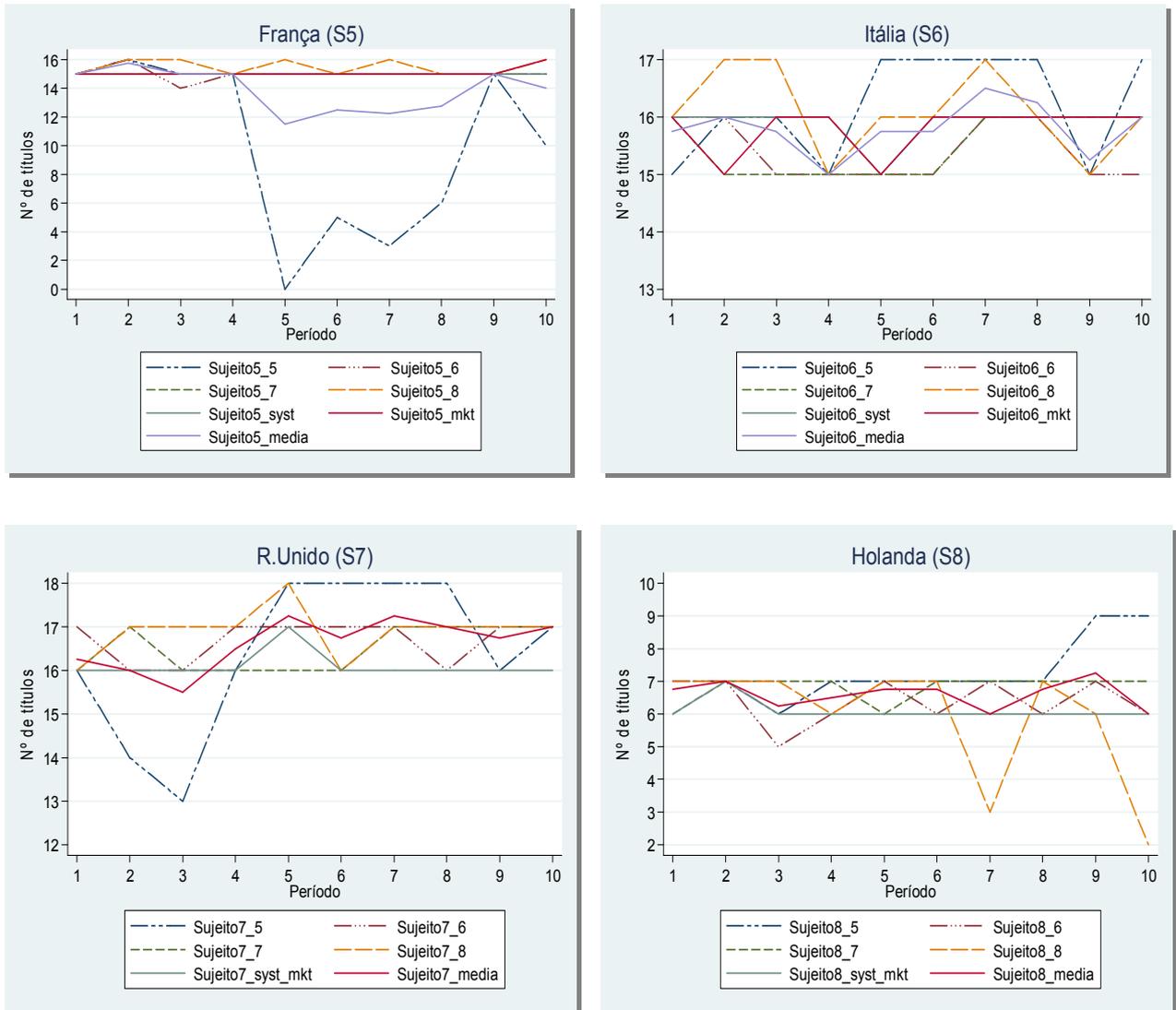


Figura 5.42 (cont.) – Afecção final de títulos após encerramento do leilão, entre os participantes, e previsões teóricas

Nota: $Sujeito_i_j$ – Número de títulos detido pelo sujeito i da sessão j , após encerramento do leilão (com $i=1, \dots, 8$ e $j=5, \dots, 8$)

$Sujeito_i_media$ – Número médio de títulos detido pelo sujeito i , no conjunto das quatro sessões, após encerramento do leilão (com $i=1, \dots, 8$)

$Sujeito_i_syst$ – Número de títulos previstos para o sujeito i , após encerramento do leilão, para a referência System Optimum (com $i=1, \dots, 8$)

$Sujeito_i_mkt$ – Número de títulos previstos para o sujeito i , após encerramento do leilão, para a referência Market Equilibrium (com $i=1, \dots, 8$)

Confirmamos esta conclusão verificando que, para a média das quatro sessões, a diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, depois de encerrado o leilão inicial, e a quantidade teoricamente prevista é estatisticamente significativa,

para um nível de confiança de 95%, para todos os participantes, exceptuando a França (S5) e a Itália (S6).¹⁹⁴

Ainda da análise da figura 5.42 é possível concluir com toda a certeza que o tipo de perdas de eficiência detectadas por Manelli *et al.* (2006) não se verificam no nosso desenho experimental. Os resultados laboratoriais daqueles autores não confirmavam a superioridade da eficiência do leilão de Ausabel para múltiplas unidades porque os seus participantes faziam propostas de compra para a totalidade de unidades colocadas à venda, e conseguiram adquiri-las, mesmo sem valor para si. Apesar de termos impedido que os sujeitos propusessem comprar a totalidade das unidades disponíveis (88), cada participante podia adquirir uma quantidade superior às suas necessidades (i.e., procurar unidades para as quais não tinha qualquer valorização) mas tal nunca veio a verificar-se. Ou seja, confirmamos as suspeitas dos próprios autores que referiam que esse tipo de perda de eficiência que registaram poderia ser sensível ao número de participantes e de unidades leiloadas. Com um elevado número de unidades a serem oferecidas no leilão, este problema identificado por Manelli *et al.* (2006) deixa de ser relevante, como indiciam os nossos resultados experimentais, por ser uma estratégia de actuação muito arriscada e dispendiosa.¹⁹⁵

Por outro lado, para o sujeito 5 da sessão 5 é evidente um comportamento de redução na procura (licitações inferiores às suas verdadeiras valorizações) nos períodos 5, 6, 7 e 8 que levou, inclusivamente, ao encerramento do leilão ao primeiro preço proposto pelo leiloeiro, sem que fosse vendida a totalidade de unidades disponíveis (88). No 5º período dessa sessão, o sujeito 5 chega mesmo a não adquirir nenhum título de emissão no leilão inicial (sendo 15 o número de unidades que deveria adquirir num leilão eficiente). Este problema de redução da procura, da parte deste sujeito, provoca perdas de eficiência na versão laboratorial que implementamos para o leilão de Ausabel (2004). No entanto, ao contrário do que constataram Engelman e Grimm (2004), esta ineficiência do leilão de Ausabel verifica-se na segunda metade da sessão experimental 5 e não nos períodos iniciais, como sucedeu no estudo experimental daqueles autores. Aliás, dos cinco formatos de leilões analisados por Engelman e Grimm (2004), o leilão de Ausabel é classificado como o mais eficiente na segunda metade das sessões

¹⁹⁴ Para esta conclusão foram realizados os testes estatísticos que se encontram nas tabelas E a L do Anexo 9.

¹⁹⁵ É por esta mesma razão que a diferença nos resultados pode também dever-se a diferentes posturas face ao risco entre os grupos de participantes. Recorde-se que, na sua generalidade, os participantes nas nossas experiências se revelam neutrais ou avessos ao risco, não se sabendo se o mesmo aconteceu nas experiências de Manelli *et al.* (2006), uma vez que os autores não recolheram essa informação.

experimentais. Ou seja, após um período inicial de aprendizagem o modelo de Ausabel acabaria por produzir os resultados previstos, deixando de verificar-se o problema da redução na procura. Engelman e Grimm (2004) concluem mesmo que só o leilão de Ausabel permite aos participantes perceberem que o conluio não funciona, não é benéfico, e por isso alteram o seu comportamento na fase final da sessão. O mesmo não podemos, porém, afirmar em relação aos nossos resultados experimentais da sessão 5.

Em suma, com base na análise que acabamos de efectuar, estamos em condições de sintetizar o seguinte:

RESULTADO 3: *O leilão de Ausabel (2004), inserido num contexto laboratorial como o que representamos, não produz as propostas sinceras e os resultados eficientes previstos pelo seu autor, pelo que não encontramos evidências que suportem a nossa Hipótese 2.*

As previsões teóricas de Ausabel (2004), confirmadas experimentalmente, por exemplo, por Kagel e Levin (2001), para o modelo de leilão aqui testado são sensíveis ao ambiente em que o mesmo é implementado. Como o comportamento dos sujeitos no leilão inicial das nossas sessões experimentais está relacionado com as suas decisões de *banking* (possibilidade de utilização intertemporal dos bens leiloados), estratégias de comportamento no mercado inicial e atitudes de prevenção face ao risco das variações aleatórias nas emissões efectivas, procuraremos encontrar respostas para as perdas de eficiência registadas com a aplicação do modelo de Ausabel (sobretudo na sessão 5) com base na análise dos resultados experimentais das restantes fases deste nosso tratamento com leilão.

Com a figura 5.43 começamos por analisar as decisões de *banking* tomadas pelos sujeitos logo após o conhecimento do resultado do leilão (*banking* por precaução, como explicamos atrás).

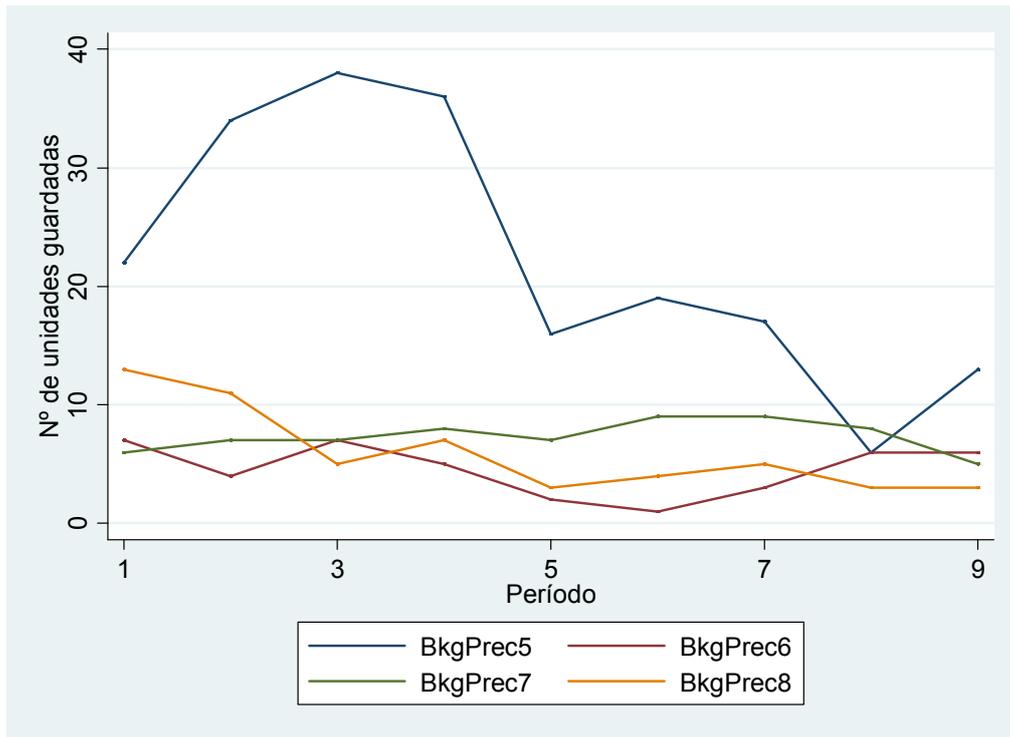


Figura 5.43 – Comportamento de *banking* por precaução no tratamento com leilão inicial, por sessão

Nota: BkgPrec5 – *Banking por precaução, em cada período da sessão 5*
 BkgPrec 6 – *Banking por precaução, em cada período da sessão 6*
 BkgPrec 7 – *Banking por precaução, em cada período da sessão 7*
 BkgPrec8 - *Banking por precaução, em cada período da sessão 8*

Se para três das sessões experimentais deste tratamento (sessão 6, 7 e 8), a quantidade de títulos guardados, antes de iniciado o mercado inicial, não ultrapassou geralmente as 8 unidades, na sessão 5 regista-se claramente um nível excessivo de *banking*. Para este resultado contribui, sobretudo, o sujeito 5 que começa por guardar 12 licenças de emissão de CO₂ logo no 1º período e chega a acumular um total de 32 no 3º período. A partir do 4º período deixa de acumular tantos títulos (reduzindo o *banking* para 29) e entre os períodos 5 a 8 opta por usá-los, prescindindo de os comprar no leilão inicial. Este foi um comportamento que condicionou o decorrer da sessão e esteve na origem dos resultados menos positivos no leilão inicial, em termos de receitas e de eficiência. O encerramento do leilão logo ao primeiro preço proposto pelo leiloeiro nos períodos 5, 6, 7 e 8 da sessão 5 (conforme figura 5.36), revelando quantidade procurada menor que a oferta, resulta directamente da opção deste indivíduo em usar os títulos que possuía guardados. Ora, tal implicou a não distribuição de todas as licenças de emissão de CO₂ disponíveis para venda no leilão e, portanto, um maior abatimento das emissões

de CO₂ do que o exigido pelo regulador, com os consequentes acréscimos nos custos totais para as empresas reguladas e diminuição na receita total obtida pelo leiloeiro.

O responsável por este *banking* excessivo na sessão 5, foi classificado como propenso ao risco com base nas escolhas efectuadas na MPL que utilizámos na 2ª parte das nossas sessões experimentais. Portanto, tudo indicia que tenha utilizado a possibilidade de *banking* como uma estratégia de jogo, arriscada, e não para os fins a que se destinava (prevenção face às variações aleatórias nas emissões).

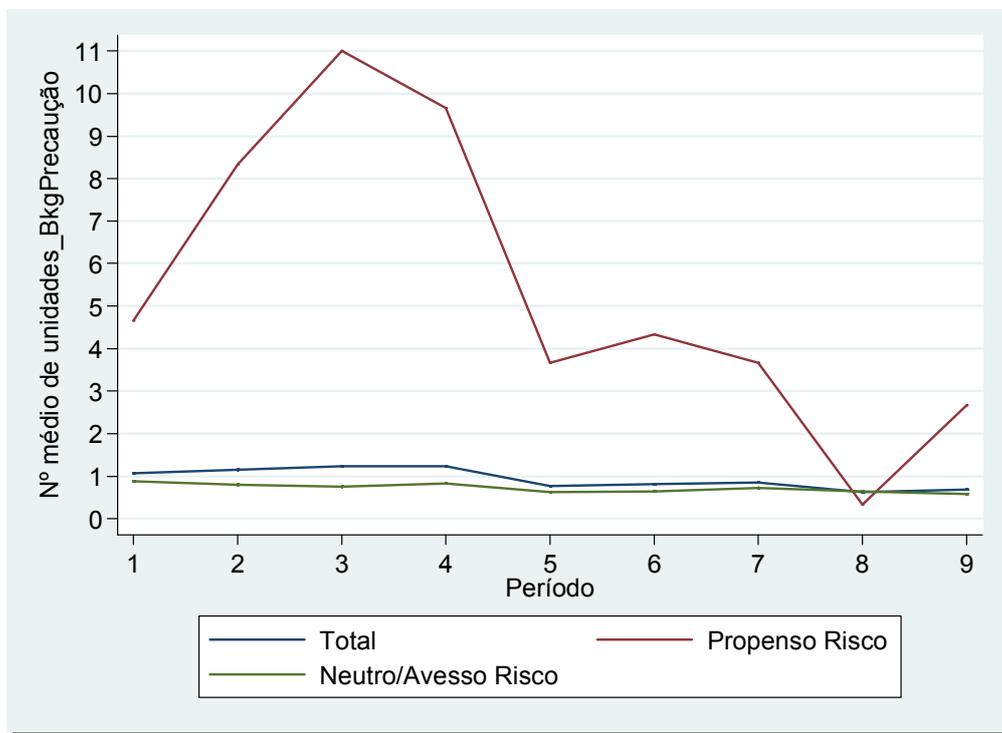


Figura 5.44 – *Banking* médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com leilão

Nota: Total – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 5 a 8 (32 sujeitos)

Neutro/Averso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 5 a 8 classificado como Neutro/Averso ao Risco (30 sujeitos)

Propenso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 5 a 8 classificado como Propenso ao Risco (2 sujeitos)

No conjunto das quatro sessões realizadas para o tratamento com leilão, apenas dois indivíduos foram classificados como propensos ao risco.¹⁹⁶ Como se constata através da comparação entre as figuras 5.44 e 5.45, se excluído o sujeito 5 da sessão 5, o

¹⁹⁶ Sujeito 8 (Holanda) da sessão 6 e sujeito 5 (França) da sessão 5.

comportamento médio de *banking* do outro indivíduo propenso ao risco aproxima-se mais do previsto (zero) do que quando consideramos os dois sujeitos.

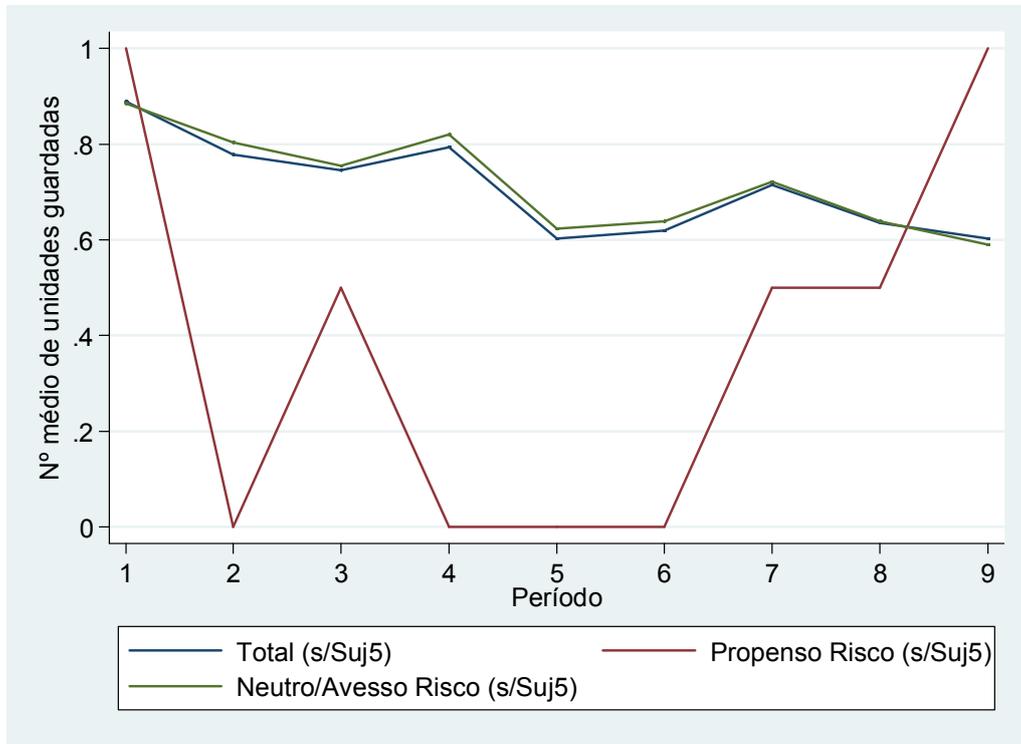


Figura 5.45 – *Banking* médio, por sujeito, em cada período, discriminado pelas atitudes ao risco, no tratamento com leilão, excluindo o sujeito 5 da sessão 5 (*outlier*)

Nota: Total – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 (31 sujeitos) - excluindo o sujeito 5 da sessão 5

Neutro/Averso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 classificado como Neutro/Averso ao Risco (30 sujeitos) - excluindo o sujeito 5 da sessão 5

Propenso Risco – Número médio de unidades guardadas no início de cada período, por cada participante das sessões 1 a 4 classificado como Propenso ao Risco (1 sujeito) - excluindo o sujeito 5 da sessão 5

Relativamente ao comportamento de *banking* dos participantes classificados como neutros/avessos ao risco, concluímos com um nível de confiança de 99%, que o número médio de títulos guardado em cada período é diferente de 1 ($z=-15.042$ e $p=0.0000$) mas também diferente de 0 ($z=14.843$ e $p=0.0000$). Tal como havíamos verificado para o tratamento com *grandfathering* e para o total das sessões, a média de títulos guardada por cada sujeito neutro/avesso ao risco é de 0.65.

Tabela 5.8 – Resultados experimentais obtidos no mercado inicial para o tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)

Período	Preço			Psyst			Pmkt			Quantidade			Excedente Total			Exc. Total Mkt
	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Qsyst	Qmkt	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Exc. Total Syst	
1	186.2	192.4	25.3	167.0	3.0	3.0	1.6	0	2	859.3	368.0	1072.9	48.0			
2	123.6	110.0	28.0	4.3	6.0	2.4	0	0	940.3	401.0	1023.2	80.0				
3	151.1	148.8	9.6	159.0	5.0	5.0	2.1	2	939.8	625.5	947.3	80.0				
4	154.7	151.7	11.4	147.0	3.8	3.5	0.8	3	311.3	287.0	89.2	90.0				
5	89.8	90.8	12.8	3.5	4.0	0.9	0	0	189.8	197.0	54.3	90.0				
6	138.8	138.4	7.7	161.0	4.0	3.5	2.6	1	1223.5	556.0	1486.6	42.0				
7	155.8	155.9	9.6	151.0	5.5	5.5	2.5	3	1023.5	745.5	909.8	81.0				
8	149.9	148.3	11.9	164.0	3.5	3.0	0.9	2	277.3	224.0	166.2	59.0				
9	138.2	138.3	5.2	161.0	3.8	3.5	1.5	1	370.5	154.0	404.6	42.0				
10	128.1	124.2	26.2	146.0	2.8	3.0	0.4	2	225.0	226.5	90.6	50.0				
Total	142.1	144.5	29.1	155.6	3.9	4.0	1.9	2	628.2	268.0	874.1	63.4				
													56.1			

Tabela 5.8 (cont.) – Resultados experimentais obtidos no mercado inicial para o tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)

Período	Excedente Compras			Exc. Compras			Excedente Vendas			Exc. Vendas		
	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Exc. Compras Syst	Exc. Compras Mkt	Desvio- Padrão	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Exc. Vendas Syst	Exc. Vendas Mkt	Desvio- Padrão
1	803.3	297.5	1058.8	26.0	26.0	30.0	56.0	62.0	30.0	22.0	22.0	
2	855.7	327.0	957.6			68.3	84.7	74.0				
3	729.0	405.0	823.2	41.0	41.0	144.6	210.8	220.5	144.6	39.0	39.0	
4	175.5	175.0	23.9	70.0	70.0	80.2	135.8	111.0	80.2	20.0	20.0	
5	101.0	101.0	34.6			53.1	88.8	94.5	53.1			
6	1154.5	505.5	1428.9	21.0	21.0	58.4	69.0	50.5	58.4	21.0	21.0	
7	906.0	627.5	868.7	58.0	58.0	67.4	117.5	117.0	67.4	23.0	23.0	
8	222.3	170.5	136.2	31.0	31.0	34.5	55.0	53.5	34.5	28.0	28.0	
9	299.8	110.5	365.4	21.0	21.0	44.7	70.8	56.5	44.7	21.0	21.0	
10	130.3	128.5	73.0	37.0	3.0	42.6	94.8	91.5	42.6	13.0	4.0	
Total	529.6	168.0	833.6	39.9	33.9	83.1	98.6	80.0	83.1	23.6	22.3	

Assim, com base no comportamento de *banking* que acabamos de identificar, podemos concluir que o problema da redução na procura e perdas de eficiência extremamente acentuadas, identificadas no leilão da sessão 5, se devem, claramente, a um comportamento de *banking* excessivo por parte de um dos participantes e não às regras do próprio leilão.

A existência de um mercado secundário, onde os bens inicialmente adquiridos no leilão podem ser comercializados, pode igualmente justificar os resultados menos positivos do leilão que implementamos experimentalmente. Na tabela 5.8. encontram-se os valores médios registados, no conjunto das quatro sessões experimentais deste tratamento, para o preço, quantidade e excedentes, que passamos a analisar de seguida.

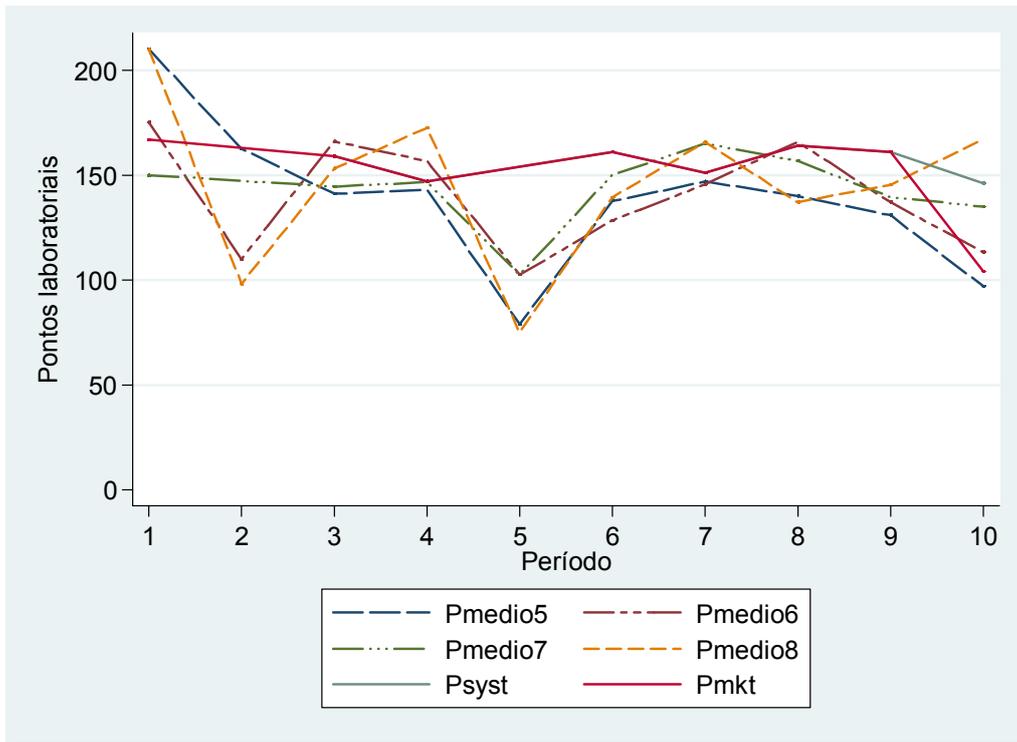


Figura 5.46 – Preço médio no mercado inicial, por período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: Pmedio5 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 5
Pmedio6 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 6
Pmedio7 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 7
Pmedio8 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 8
Psyst – Preço médio de referência, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum
Pmkt - Preço médio de referência, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

A ilustração gráfica fornecida pelas figuras 5.46 e 5.47 permite-nos constatar que o preço médio registado no mercado em que podiam participar todos os sujeitos, depois de encerrando o leilão e tomada a decisão de *banking*, esteve geralmente abaixo dos preços de referência determinados para este tratamento (ao contrário do que aconteceu no tratamento com *grandfathering*, em que registamos preços médios em regra superiores aos de referência).

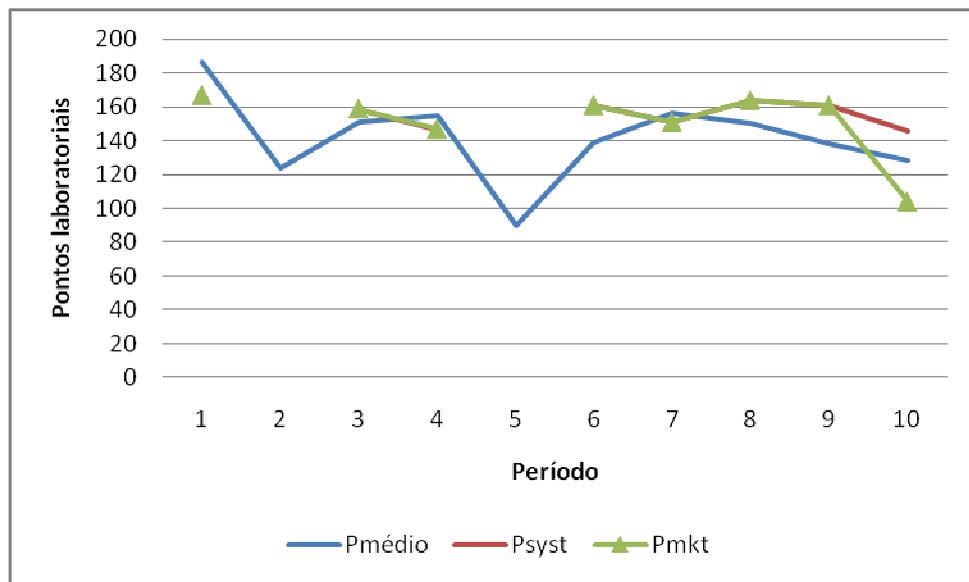


Figura 5.47 – Preço médio no mercado inicial para o conjunto das sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: Pmedio5 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 5

Pmedio6 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 6

Pmedio7 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 7

Pmedio8 – Preço médio de transacção no mercado inicial, em cada período da sessão 8

PSyst – Preço médio de referência, no mercado inicial, sem retenção de títulos – System Optimum

PMkt - Preço médio de referência, no mercado inicial, com retenção de títulos – Market Equilibrium

Apesar de verificarmos a tendência para os preços médios registados no mercado, em cada período das sessões experimentais com leilão, ficarem abaixo dos valores de referência, com base nos resultados do teste não paramétrico de Wilcoxon concluímos não existir diferença significativa entre os mesmos, para um nível de confiança de 95%, ainda que de forma mais inequívoca para a referência *market equilibrium* ($z=-1.859$; $p=0.0630$ e $z=-0.280$; $p=0.7794$, para o *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

Compatível com esta tendência nos preços é o facto das quantidades transaccionadas serem, por seu lado, superiores às teoricamente determinadas no capítulo anterior. Aliás, prevíamos a não existência de qualquer transacção lucrativa no mercado inicial no 2º e 5º períodos, para ambas as referências teóricas, ao que acrescia ainda a inexistência de transacções no 1º período se considerada a referência *system optimum*. Tal não veio a confirmar-se, pois em todos os períodos se verificou a transacção de licenças de emissão no mercado inicial.

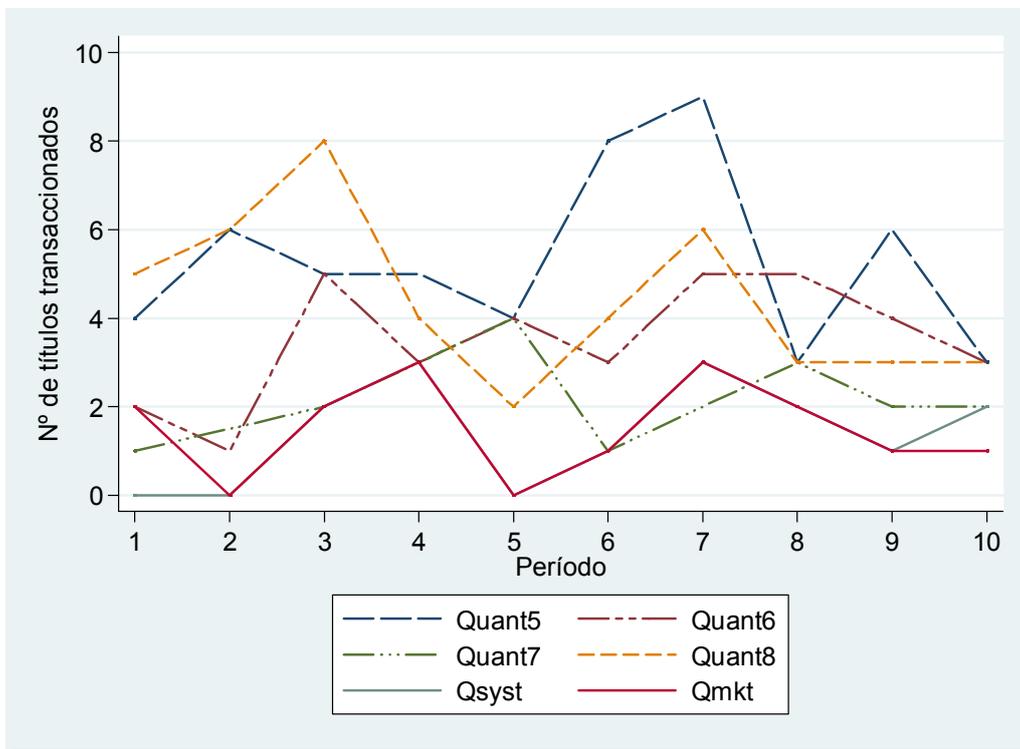


Figura 5.48 – Quantidades transaccionadas no mercado inicial, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: Quant5 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 5
 Quant6 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 6
 Quant7 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 7
 Quant8 – Quantidade transaccionada no mercado inicial, em cada período da sessão 8
 Qsyst – Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum
 QMkt - Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

A sessão 5 e a sessão 8 são aquelas onde se regista a maior discrepância em relação às quantidades de equilíbrio previstas para o mercado inicial. Estas foram também as sessões onde identificamos uma maior divergência entre os resultados do

leilão inicial e o óptimo do leilão de Ausabel, em termos de eficiência (como vimos na figura 5.40), o que acaba por justificar os resultados obtidos no mercado. Ou seja, como referimos no capítulo 4, para o tratamento com leilão (eficiente) esperávamos que fossem transaccionadas no mercado secundário apenas algumas unidades marginais, em consequência das alterações provocadas na curva de procura e oferta, devido a penalizações impostas por incumprimento (retirada de unidades adquiridas no leilão) ou decisões voluntárias de *banking*. Porém, um resultado do leilão inicial inferior ao óptimo permite um maior número de transacções, com vista à reafecção das licenças de emissão pelos agentes que mais os valorizam. E é precisamente isso que acontece nas sessões 5 e 8, com um maior número de transacções no mercado.

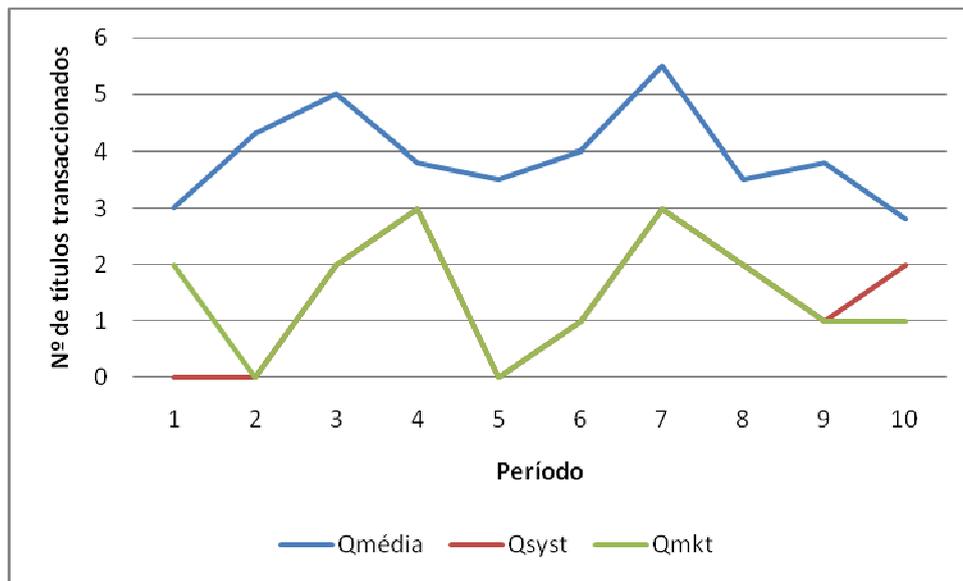


Figura 5.49 – Quantidades médias transaccionadas no mercado inicial, para o conjunto do tratamento, e previsões teóricas

Nota: Qmédia – Quantidade média transaccionada no mercado inicial, para o conjunto das quatro sessões do tratamento com leilão

Qsyst – Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum

QMkt - Quantidade de equilíbrio, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

No conjunto das quatro sessões experimentais realizadas para este tratamento, concluímos com 99% de confiança que a quantidade média de títulos transaccionada no mercado é diferente da quantidade teórica ($t=5.5290$ e $t=5.6019$ para a referência *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente). Convém notar, porém, que este

resultado para o mercado não é propriamente negativo. Pelo contrário, significa que o mercado funcionou como forma de reajustamento na posse das licenças de emissão entre os participantes, colocando-as em posse de quem mais as valorizava.

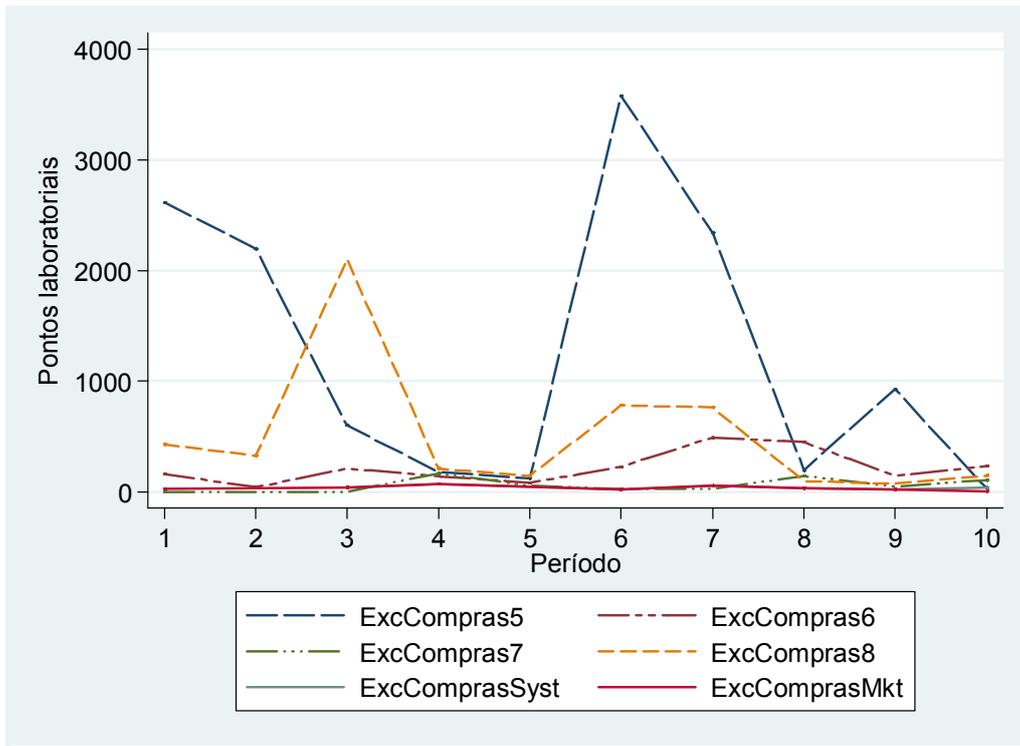


Figura 5.50 – Excedente das compras no mercado inicial, nas sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: ExcCompras5 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 5

ExcCompras6 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 6

ExcCompras7 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 7

ExcCompras8 - Excedente dos compradores no mercado inicial, em cada período da sessão 8

ExcComprasSyst - Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, sem retenção de títulos - referência System Optimum

ExcComprasMkt - Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, com retenção de títulos - referência Market Equilibrium

Depois de constatarmos a existência de um número superior ao previsto de transacções no mercado, torna-se evidente o motivo pelo qual os excedentes realizados nestas sessões estão igualmente acima dos valores teóricos. Na figura 5.50, onde aparecem ilustrados os excedentes das compras realizados no mercado, surgem destacadas, uma vez mais, as sessões 5 e 8, que são também as que registam maior número de transacções no mercado. Na sessão 5, a possibilidade de realização de mais

transacções lucrativas do que o previsto, deve-se, por exemplo, ao comportamento de *banking* excessivo levado a cabo por um dos participantes. O elevado valor observado para o excedente das compras nos períodos iniciais da sessão 5 justifica-se com a aquisição, por parte deste indivíduo, de uma grande quantidade de títulos no mercado, por ter optado não usar os títulos adquiridos no leilão.

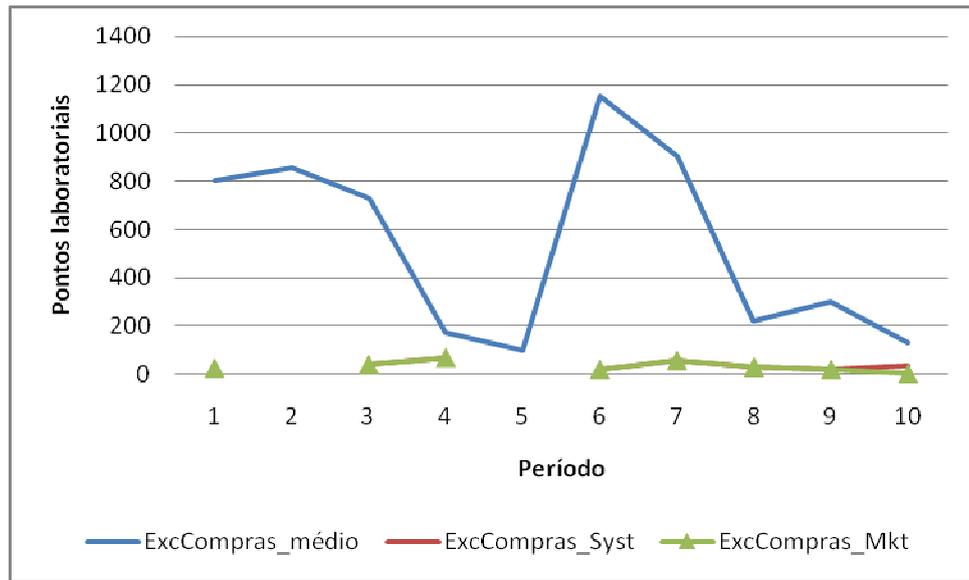


Figura 5.51 – Excedente médio das compras no mercado inicial, para o conjunto das sessões do tratamento com leilão e previsões teóricas

Nota: ExcCompras_médio - Excedente dos compradores no mercado inicial, calculado como a média das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcComprasSyst – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcComprasMkt – Excedente potencial dos compradores, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

A comparação entre o excedente médio das compras, realizado no conjunto das quatro sessões, e o excedente teórico, ilustrada na figura 5.51, não deixa dúvidas relativamente à dimensão da diferença entre ambos, confirmada estatisticamente, com um nível de confiança de 99% ($t=4.0315$ e $t=4.0786$, para a referência *system* e *market*, respectivamente).¹⁹⁷ Mesmo retirando a sessão 5, que identificamos como *outlier*, a

¹⁹⁷Tal como havia já acontecido aquando da análise dos excedentes no tratamento com *grandfathering*, não nos foi possível obter resultados para os testes à igualdade das variâncias dos excedentes médios observados e previstos. Realizamos, por isso, o teste t-Student supondo a igualdade das variâncias e considerando existir diferença entre as mesmas. A conclusão que retiramos dos resultados de ambos os testes é a mesma, ainda que o valor de t seja ligeiramente diferente nos dois casos. Os valores de t que reportamos no texto são os que obtivemos considerando variâncias distintas para as duas variáveis, como se pode verificar na tabela O do Anexo 9, onde se encontram igualmente os testes t com igualdade das variâncias.

nossa conclusão mantém-se ($z=2.366$; $p=0.0180$ e $z=2.521$; $p=0.0117$ para a referência *system* e *market*, respectivamente).¹⁹⁸

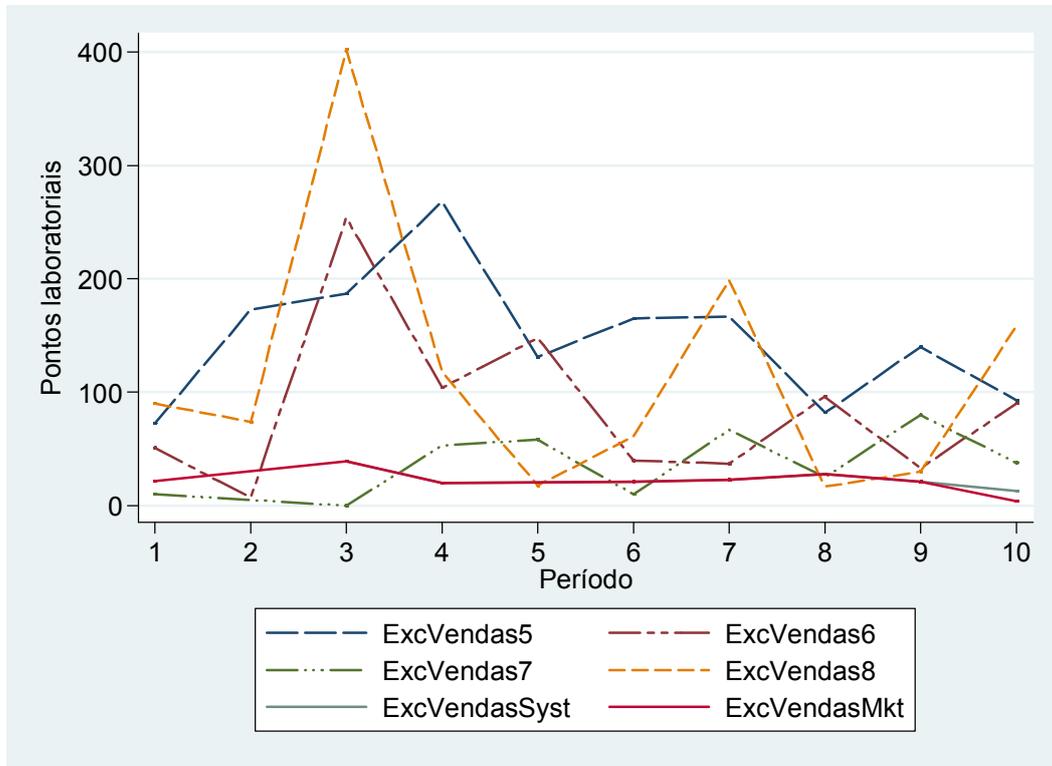


Figura 5.52 – Excedente das vendas no mercado inicial, nas sessões 5, 6, 7 e 8, e previsões teóricas

Nota: ExcVendas5 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 5
 ExcVendas6 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 6
 ExcVendas7 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 7
 ExcVendas8 - Excedente dos vendedores no mercado inicial, em cada período da sessão 8
 ExcVendasSyst - Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum
 ExcVendasMkt - Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Pelo lado das vendas, também os excedentes são superiores ao previsto, desta vez com a sessão 8 a destacar-se, sobretudo nos períodos iniciais. A sessão 7 é a que regista valores dos excedentes das vendas mais próximos dos teóricos, chegando mesmo a realizar ganhos inferiores aos potenciais nos três primeiros períodos da sessão.

¹⁹⁸ Não usamos, neste caso, o teste t-student mas sim o teste não paramétrico de Wilcoxon porque, retirada a sessão 5, rejeitamos a hipótese da normalidade para o excedente médio das vendas, conforme se pode verificar na tabela O do Anexo 9.

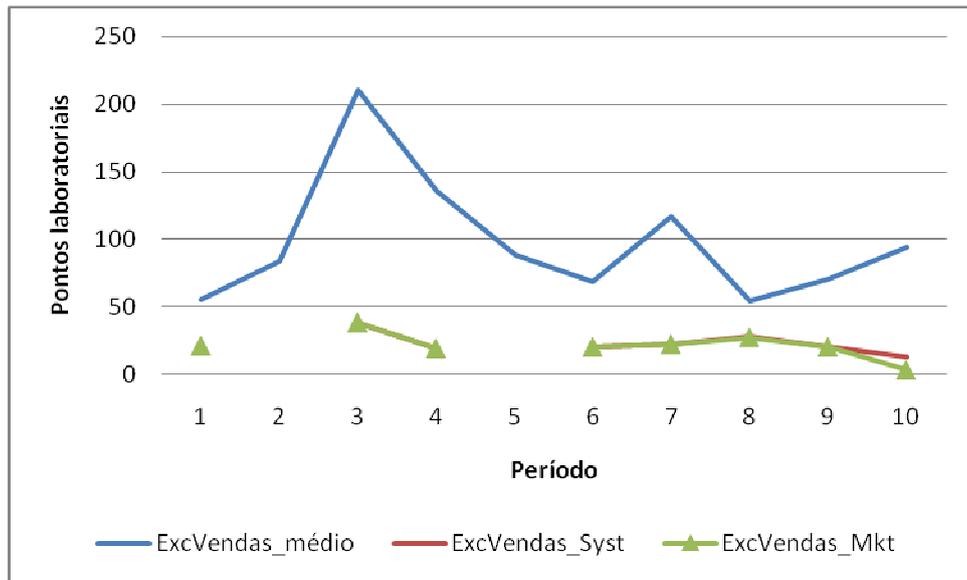


Figura 5.53 – Excedente médio das vendas no mercado inicial, para o tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcVendas_médio - Excedente dos vendedores no mercado inicial, calculado como a média das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcVendasSyst – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcVendasMkt – Excedente potencial dos vendedores, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Claramente, também neste lado do mercado o valor médio dos excedentes realizados pelos vendedores se situa muito acima dos valores teóricos. Esta é uma ilação que retiramos da análise da figura 5.53 e que corroboramos com a realização dos testes estatísticos à significância das diferenças. Ou seja, concluímos com um nível de confiança de 95% que os excedentes médios das vendas realizados são diferentes dos previstos, mesmo quando excluída a sessão 5, com valores exactamente iguais para o teste de Wilcoxon ($z=2.366$; $p=0.0180$ e $z=2.521$; $p=0.0117$ para as referências *system* e *market*, respectivamente).

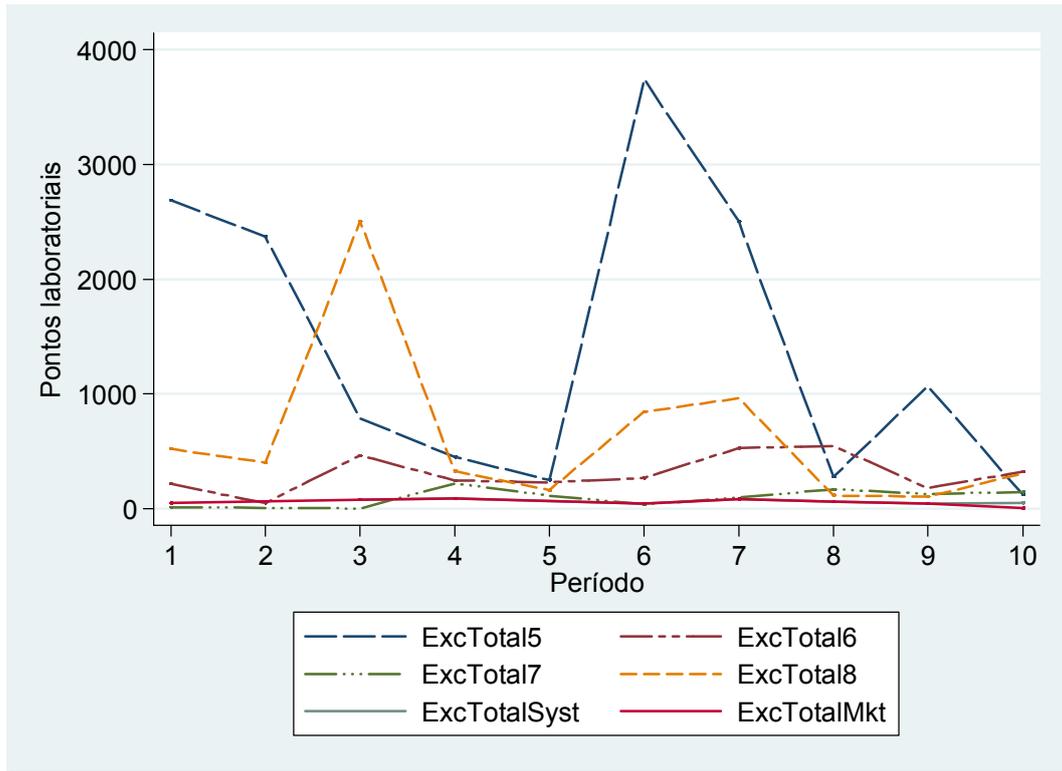


Figura 5.54 – Excedente total do mercado inicial, nas sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: ExcTotal5 - Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 5
 ExcTotal6 - Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 6
 ExcTotal7 - Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 7
 ExcTotal8 - Excedente total no mercado inicial, em cada período da sessão 8
 ExcTotalSyst - Excedente potencial total, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum
 ExcTotalMkt - Excedente potencial total, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Sendo o excedente total do mercado o somatório dos ganhos realizados pelos compradores e vendedores, não poderíamos esperar outra evolução do mesmo senão a que vemos representada nas figuras 5.54 e 5.55. As sessões 5 e 8 registam diferenças substanciais face ao previsto enquanto as sessões 6 e 7 se aproximam mais dos ganhos teóricos do mercado, tal como acontecia também para os excedentes das compras e das vendas. Para a sessão 7, aliás, concluímos, com um nível de confiança de 95%, que as diferenças entre os valores observados para o excedente total e os valores de referência não são estatisticamente significativas ($z = 1.690$; $p = 0.0910$ e $z = 1.400$; $p = 0.1614$ para as referências *system* e *market*, respectivamente). Esta conclusão é coerente com a análise dos dados após o encerramento do leilão, onde constatámos que a sessão 7 foi a que mais se aproximou da afectação óptima dos títulos (custos apenas 7% acima dos

potenciais, como se vê na figura 5.40). Consequentemente, esta é a sessão onde são necessárias menos transacções no mercado e, portanto, com menos ganhos a realizar nesta fase do desenho experimental (tal como teoricamente previsto).

O excedente total médio das quatro sessões realizadas para o tratamento experimental com leilão, representado na figura 5.55, é estatisticamente diferente do excedente total teórico, para um nível de significância de 5% ($z=2.366$; $p=0.0180$ e $z=2.521$; $p=0.0117$ para a referência *system* e *market*, respectivamente). A conclusão é exactamente a mesma (bem como os valores dos testes estatísticos) se retirarmos da nossa análise os valores registados na sessão 5 (*outlier*).

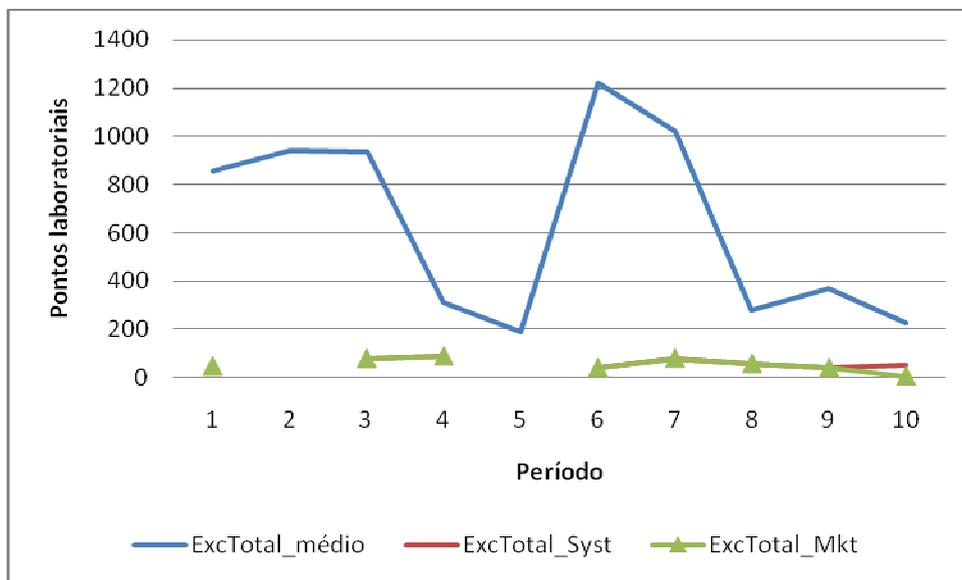


Figura 5.55 – Excedente médio total do mercado inicial, para o conjunto das sessões do tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcTotal_médio - Excedente total no mercado inicial, calculado como a média das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcTotalSyst – Excedente potencial total, no mercado inicial, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcTotalMkt – Excedente potencial total, no mercado inicial, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Convém, porém, lembrar que o mercado secundário passou efectivamente a oferecer ganhos potenciais mais elevados do que seria o caso com um resultado eficiente no leilão. Por isso, os índices de eficiência total, das compras e das vendas, que calculamos de forma semelhante ao explicado para o tratamento com *grandfathering* e representamos na figura 5.56, deixam de ter a mesma interpretação. Ou seja, maiores

índices de eficiência no mercado não são sinónimo de melhor funcionamento do mesmo mas de um maior desfasamento entre os ganhos potenciais por nós determinados e os ganhos potenciais derivados dos resultados do leilão e do comportamento de *banking* dos participantes nessas sessões.

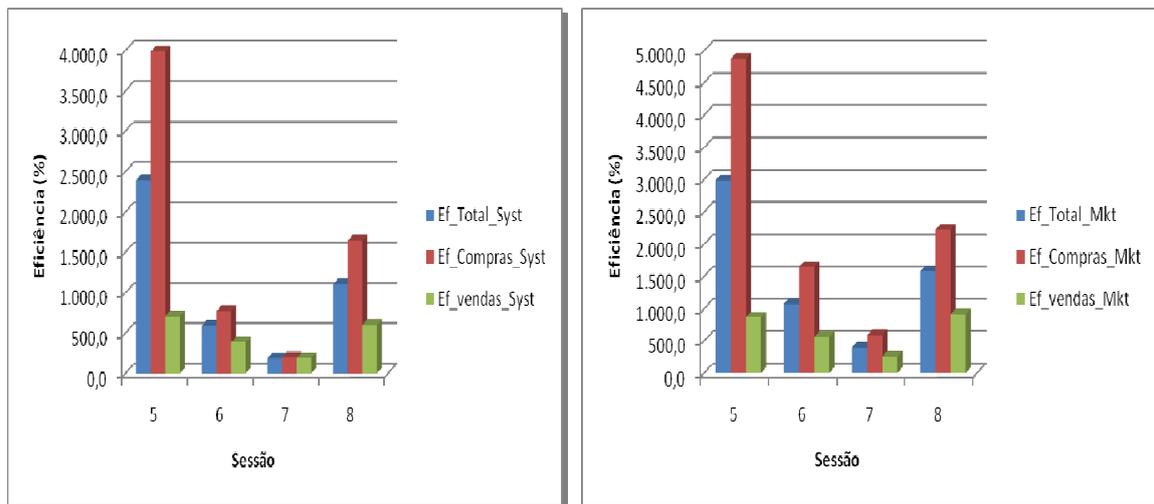


Figura 5.56 – Índice de eficiência de mercado (total), das compras e das vendas para as referências *System Optimum* e *Market Equilibrium* das sessões com leilão

Nota: Ef_Total_Syst – Eficiência total do mercado face à referência *System Optimum*

Ef_Total_Mkt - Eficiência total do mercado face à referência *Market Equilibrium*

Ef_Compras_Syst – Eficiência das Compras face à referência *System Optimum*

Ef_Compras_Mkt - Eficiência das Compras face à referência *Market Equilibrium*

Ef_Vendas_Syst – Eficiência das Vendas face à referência *System Optimum*

Ef_Vendas_Mkt - Eficiência das Vendas face à referência *Market Equilibrium*

A análise da figura 5.56 confirma o que vimos sobre o comportamento no mercado em cada uma das nossas sessões. A sessão 7, com os índices de eficiência no mercado mais próximos de 100%, consequência dos melhores resultados obtidos no leilão e a sessão 5 com índice de eficiência muitas vezes superiores a 100% por este ser calculado com base em ganhos potenciais no mercado muito inferiores ao que efectivamente são possíveis nesta sessão (dada a ineficiência do leilão).

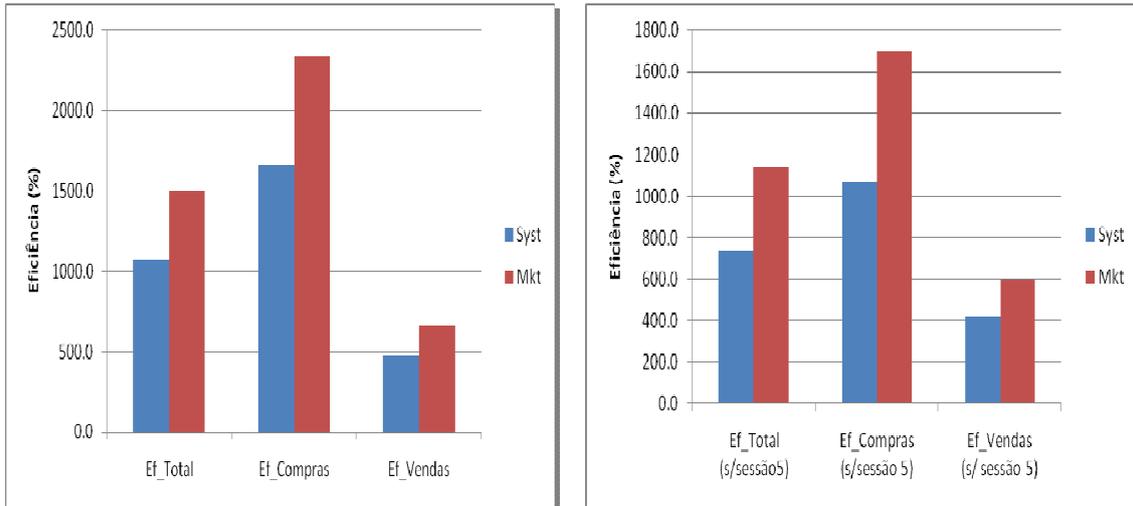


Figura 5.57 - Índice de eficiência médio registado no mercado inicial do tratamento com leilão – no conjunto das 4 sessões e sem a sessão 5

Nota: Ef_Total – Eficiência média de mercado registada nas sessões 5, 6, 7 e 8

Ef_Compras – Eficiência média das compras registada nas sessões 5, 6, 7 e 8

Ef_Vendas - Eficiência média das vendas registada nas sessões 5, 6, 7 e 8

Ef_Total (s/sessão5) – Eficiência média de mercado registada nas sessões 6, 7 e 8

Ef_Compras (s/sessão5) – Eficiência média das compras registada nas sessões 6, 7 e 8

Ef_Vendas (s/sessão5) - Eficiência média das vendas registada nas sessões 6, 7 e 8

Mesmo retirando a sessão 5 do cálculo da média da eficiência total, das compras, e das vendas no mercado inicial, verificamos que este índice continua a situar-se muito acima dos 100%. No entanto, mais importante do que este enorme diferencial entre as referências teóricas determinadas no capítulo 4 para os ganhos no mercado e os valores efectivamente observados, é perceber se, após estas transacções no mercado os títulos passam a estar na posse dos participantes que mais os valorizam. Para esse efeito, vamos representar, na figura 5.58, como fizemos para o tratamento com *grandfathering*, os desvios entre o nível óptimo de licenças de emissão de CO₂ que os sujeitos deveriam deter (após participação no leilão, decisão de *banking* e mercado inicial) e a quantidade de títulos efectivamente detida, em cada um dos 10 períodos das quatro sessões do presente tratamento.

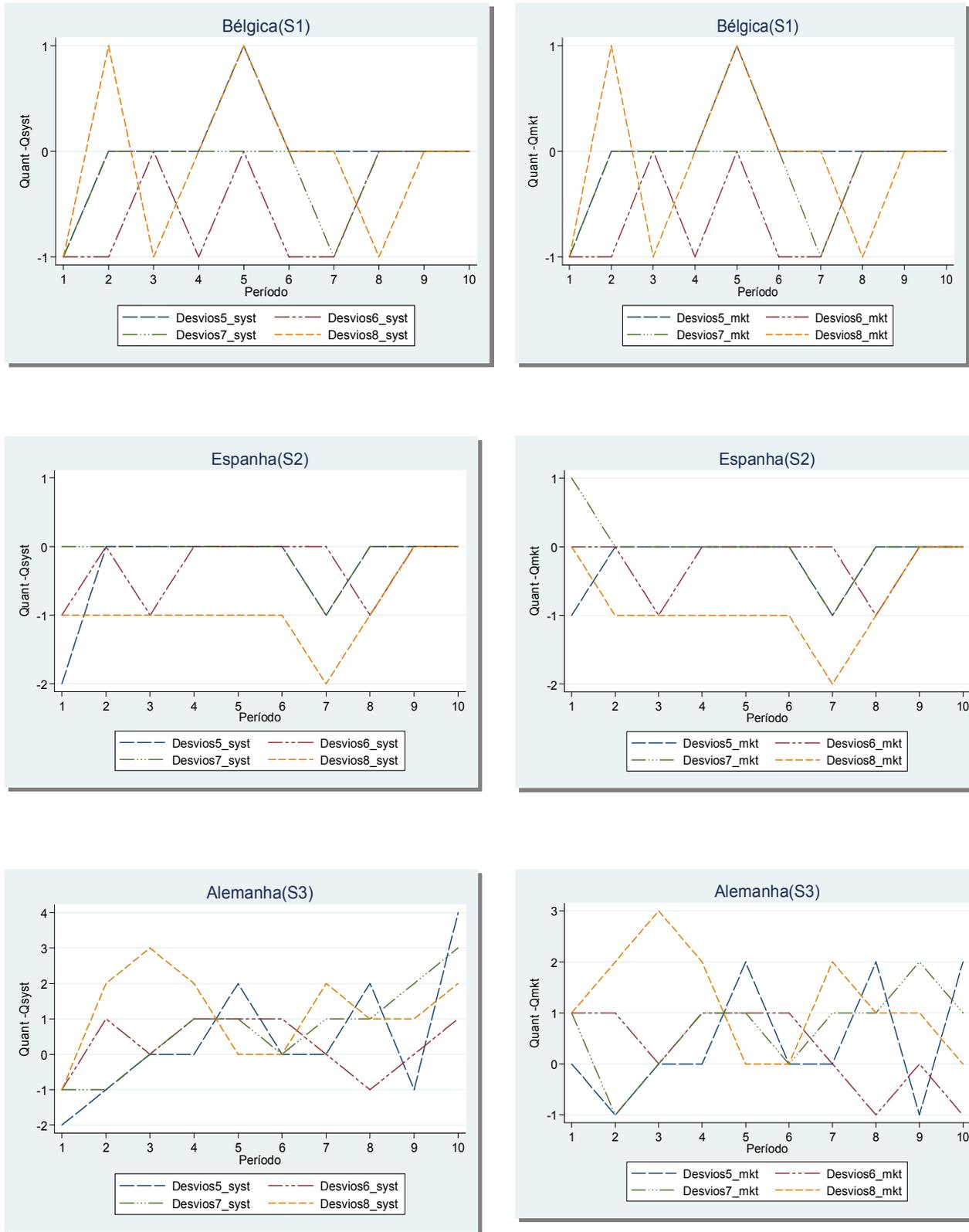


Figura 5.58 – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (no tratamento com leilão)

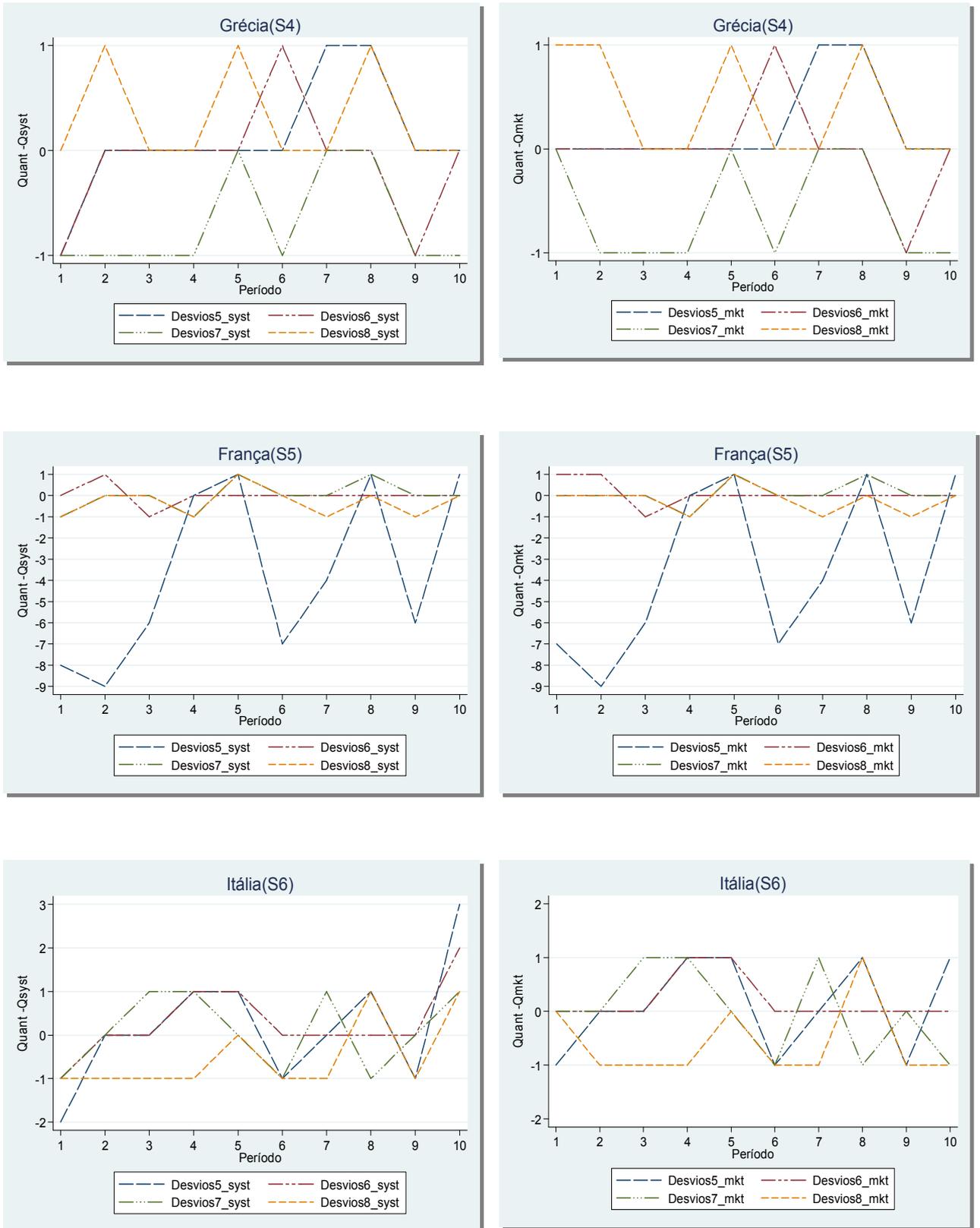


Figura 5.58 (cont.) – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (no tratamento com leilão)

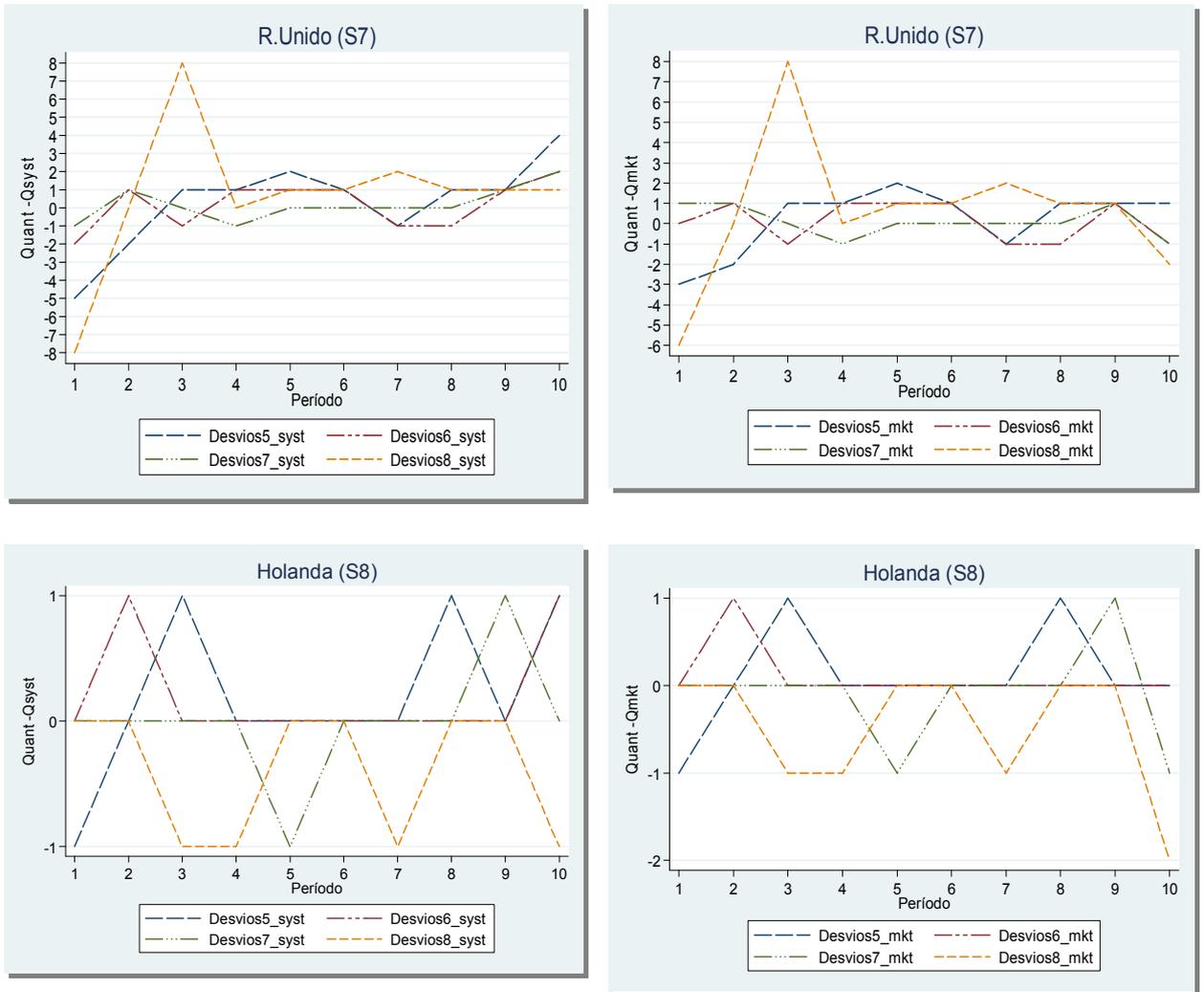


Figura 5.58 (cont.) – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (no tratamento com leilão)

Nota: Desvios5_syst, Desvios6_syst, Desvios7_syst, Desvios8_syst – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante (Quant), depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência System Optimum (Qsyst), em cada período da sessão 5, 6, 7 e 8, respectivamente

Desvios5_mkt, Desvios6_mkt, Desvios7_mkt, Desvios8_mkt – Diferença entre a quantidade de títulos detida por cada participante (Quant), depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência Market Equilibrium (Qmkt), em cada período da sessão 5, 6, 7 e 8, respectivamente

Tal como acontecia no tratamento com *grandfathering*, os participantes com maior dimensão no mercado, Alemanha (S3) e Reino Unido (S7), registaram grandes desvios, em termos absolutos, ainda que tal tenha acontecido apenas na sessão 8, para o Reino Unido. Porém, é o participante que assumiu o papel da França (S5) na sessão 5 que mais se destaca pela dimensão absoluta dos desvios na quantidade de títulos detidos

face à quantidade óptima. Da análise da figura acima torna-se claro que os resultados obtidos por este sujeito, determinantes para o conjunto da sessão 5, se devem a um comportamento muito específico do participante que o desempenhou. Efectivamente, a afectação de licenças de emissão à França (S5) nas restantes sessões é muito próxima da referência de equilíbrio concorrencial com desvios no máximo de uma unidade, o que demonstra que a decisão de *banking* excessivo não está relacionada com os parâmetros atribuídos ao sujeito mas sim com características intrínsecas ao indivíduo.

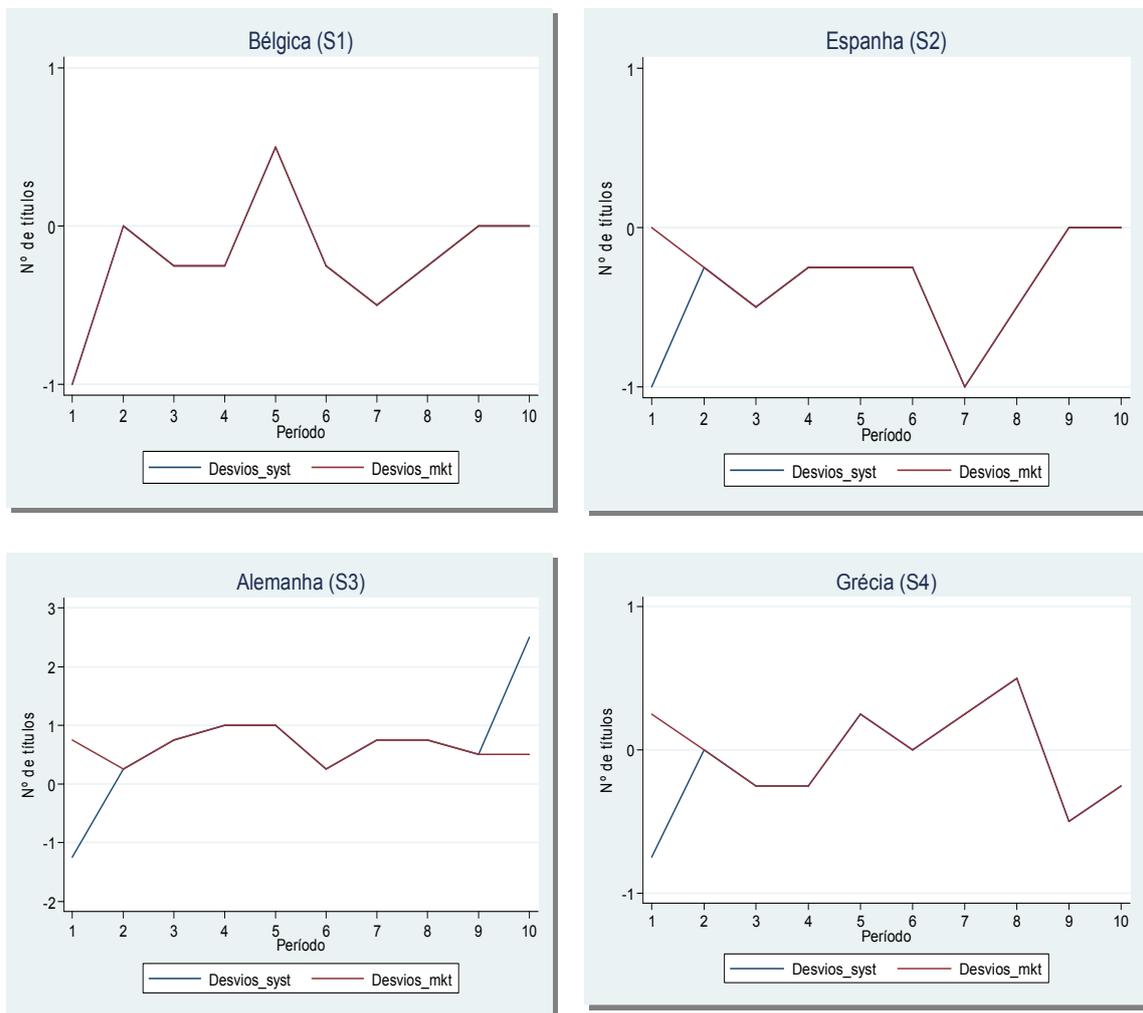


Figura 5.59 – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com leilão)

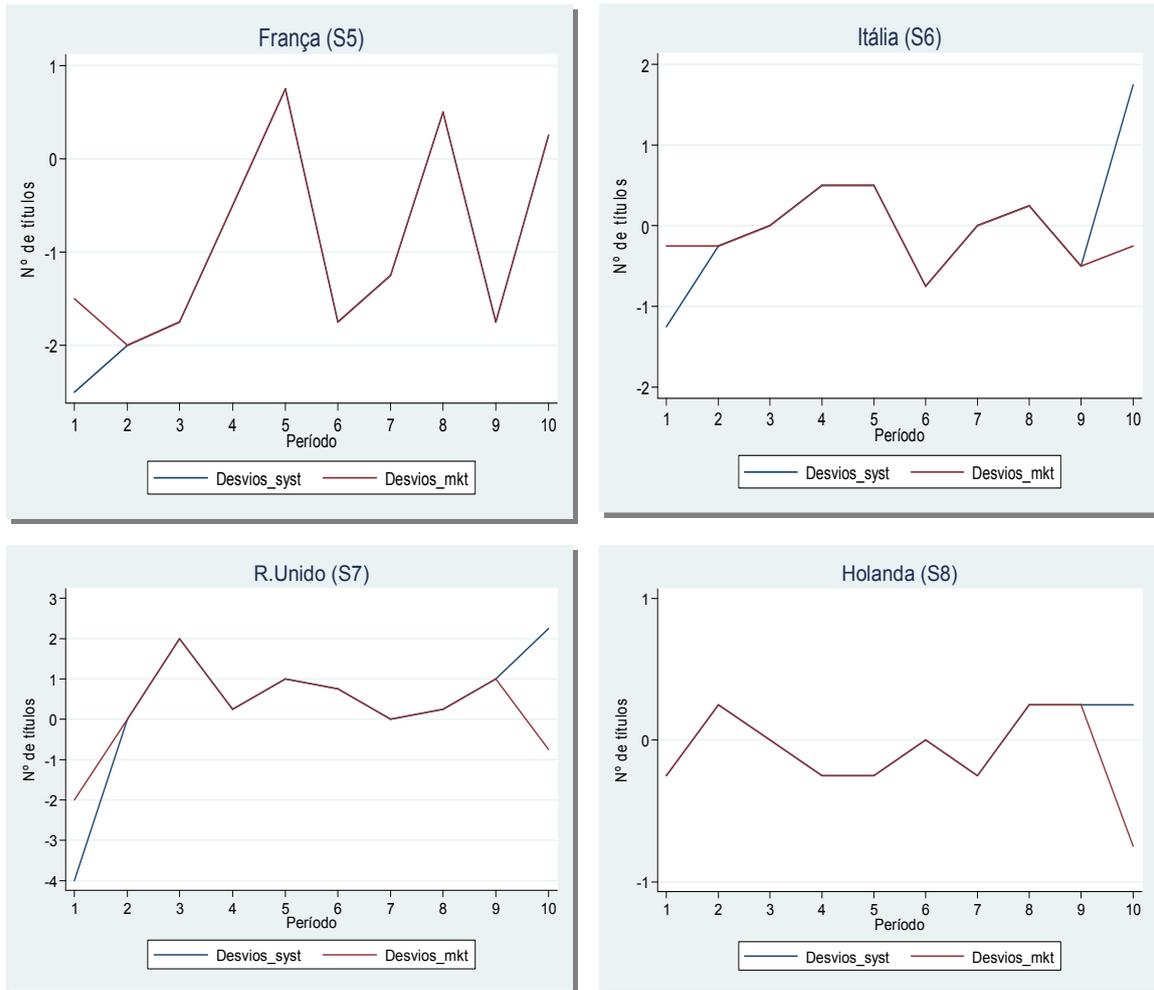


Figura 5.59 (cont.) – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, após transacções no mercado inicial, e as quantidades teóricas previstas (para o conjunto das sessões do tratamento com leilão)

Nota: Desvios_syst – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência System Optimum (para o conjunto das sessões do tratamento com leilão)

Desvios_mkt – Diferença entre o número médio de títulos detido por cada participante, depois de encerrado o mercado inicial, e a previsão teórica para a referência Market Equilibrium (para o conjunto das sessões do tratamento com leilão)

Considerando as quantidades médias de títulos detidas pelos sujeitos representativos de cada país, no conjunto das quatro sessões realizadas com leilão inicial, após o encerramento do mercado, verificamos que para a maioria destes países os desvios entre essas quantidades e as teóricas não são estatisticamente diferentes de zero. Para a Bélgica, Grécia, Itália, Reino Unido e Holanda não rejeitamos a hipótese dos desvios médios serem zero, com um nível de confiança de 95%, rejeitando essa hipótese apenas

para a Espanha, Alemanha e França.¹⁹⁹ Este é, portanto, um sinal adicional de que o mercado conseguiu reafectar as licenças de emissão de forma eficiente.

No que respeita à evolução dos desvios médios registados ao longo de cada sessão experimental, face à quantidade óptima prevista, comparamos os valores dos mesmos nos períodos iniciais (1 a 5) e nos períodos finais (6 a 10) e concluímos de forma semelhante ao tratamento com *grandfathering*. Para um nível de significância de 5%, não rejeitamos a hipótese de desvios iguais nos períodos iniciais e finais da sessão, para nenhum dos participantes, não sendo possível, portanto, identificar a existência de um processo de aprendizagem.²⁰⁰

Para a afectação final das 88 licenças de emissão de CO₂ disponíveis entre os diferentes participantes, em cada período, resta ainda analisar o impacto das flutuações aleatórias sobre o nível efectivo de abatimento de cada um (de acordo com a matriz de incerteza da tabela 4.5). Para o efeito, consideraremos de seguida os resultados obtidos no mercado de reconciliação (sumariados na tabela 5.9) para posteriormente concluirmos, comparando os custos totais de abatimento daí resultantes com as nossas referências teóricas.

Começando por analisar a figura 5.60, constatamos a existência de uma grande volatilidade dos preços observados no mercado de reconciliação, sobretudo nas sessões 5 e 8. Porém, preços neste mercado acima dos valores de referência determinados no capítulo 4 não são inesperados, tendo em conta o que foi já dito atrás acerca da “benevolência” das referências.

¹⁹⁹ Os resultados dos testes estatísticos que nos permitem tirar esta conclusão encontram-se nas tabelas R a Y do Anexo 9 (DesviosT5_syst == 0 e DesviosT5_mkt == 0, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

²⁰⁰ Nas mesmas tabelas da nota de rodapé anterior encontram-se os testes realizados para avaliar o efeito de aprendizagem: DesviosT5_Si_EarlyS=DesviosT5_Si_LateS para o Sujeito *i*, referência *System Optimum* e DesviosT5_Si_EarlyM=DesviosT5_Si_LateM para a referência *Market Equilibrium*.

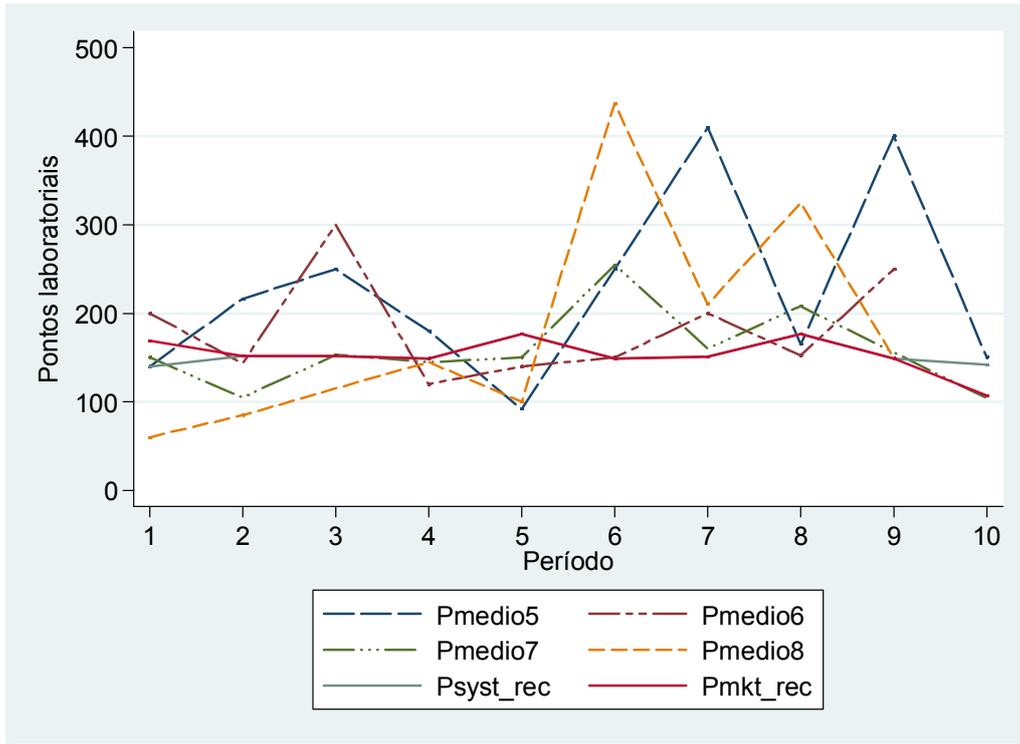


Figura 5.60 – Preço médio no mercado de reconciliação, nas sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: Pmedio5 – Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 5

Pmedio6 – Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 6

Pmedio7 – Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 7

Pmedio8 – Preço médio de transacção no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 8

Psyst_rec – Preço teórico no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência System Optimum

Pmkt_rec – Preço teórico no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Ainda assim, as diferenças entre os preços médios de transacção no mercado de reconciliação, no conjunto das sessões realizadas para o tratamento com leilão (visíveis na figura 5.61), não são estatisticamente significativas para nenhuma das referências teóricas consideradas ($z=1.172$; $p=0.2411$ e $z=1.478$; $p=0.1394$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

Tabela 5.9 – Resultados experimentais obtidos no mercado de reconciliação para o tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)

Período	Preço			Psyst			Pmkt			Quantidade			Excedente Total			Exc. Total Mkt
	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Psyst	Desvio- Padrão	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Qmkt	Qsyst	Média	Mediana	Desvio- Padrão	Exc. Total Syst		
1	137.5	145.0	50.2	140	169	1.0	1.0	0.0	1	1	-49.3	-47.5	34.8	-81.0	-20.0	
2	137.6	124.3	50.3	152	152	2.5	2.5	0.5	3	3	67.0	-40.5	213.5	-121.0	-121.0	
3	234.3	250.0	61.1	152	152	1.0	1.0	0.0	1	1	83.3	-12.0	176.9	-12.0	-12.0	
4	147.5	145.0	21.4	149	149	1.0	1.0	0.0	1	1	-51.3	-27.0	70.2	-9.0	-9.0	
5	120.5	120.0	24.9	177	177	2.3	2.0	0.4	3	3	-52.8	-85.0	106.0	-151.0	-151.0	
6	273.0	252.5	103.6	149	149	1.0	1.0	0.0	1	1	-56.5	-42.5	36.4	-9.0	-9.0	
7	245.0	205.0	97.2	151	151	1.0	1.0	0.0	1	1	-89.3	-51.0	119.0	-2.0	-2.0	
8	212.6	186.5	68.1	177	177	2.0	2.0	0.0	2	2	-110.8	-122.0	39.6	-63.0	-63.0	
9	266.7	250.0	102.9	149	149	1.0	1.0	0.0	1	1	60.3	2.0	204.1	-9.0	-9.0	
10	127.0	127.0	23.0	142	107	1.0	1.0	0.0	1	1	4.0	4.0	20.0	-15.0	-31.0	
Total	190.3	152.8	89.6	153.8	153.2	1.4	1.0	0.6	1.5	1.5	-25.9	-40.5	138.4	-47.2	-42.7	

Tabela 5.9 (cont.) – Resultados experimentais obtidos no mercado de reconciliação para o tratamento com leilão (média das sessões 5 a 8)

Período	Excedente Compras			Exc. Compras		Excedente Vendas			Exc. Vendas	
	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Exc. Compras Syst	Exc. Compras Mkt	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Exc. Vendas Syst	Exc. Vendas Mkt
1	-111.0	-1.0	23.5	-81.0	-20.0	-38.3	-40.5	48.8	0.0	0.0
2	65.0	46.5	127.4	-136.0	-136.0	2.0	-29.0	108.2	15.0	15.0
3	23.7	-13.0	158.3	-12.0	-12.0	59.7	80.0	42.2	0.0	0.0
4	-111.8	-1.0	26.8	-9.0	-9.0	-39.5	-13.5	80.2	0.0	0.0
5	-54.3	-77.5	72.1	-233.0	-233.0	1.5	-6.5	46.9	82.0	82.0
6	-154.0	-121.0	95.9	-9.0	-9.0	97.5	51.0	117.5	0.0	0.0
7	-104.8	-76.5	110.7	-2.0	-2.0	15.5	5.5	19.6	0.0	0.0
8	-162.3	-140.0	134.7	-63.0	-63.0	51.5	18.0	100.7	0.0	0.0
9	-22.0	1.0	96.6	-9.0	-9.0	82.3	1.0	119.4	0.0	0.0
10	-25.5	-25.5	48.6	-15.0	-31.0	29.5	29.5	28.6	0.0	0.0
Total	-49.4	-44.5	123.2	-56.9	-52.4	23.5	3.5	93.1	9.7	9.7

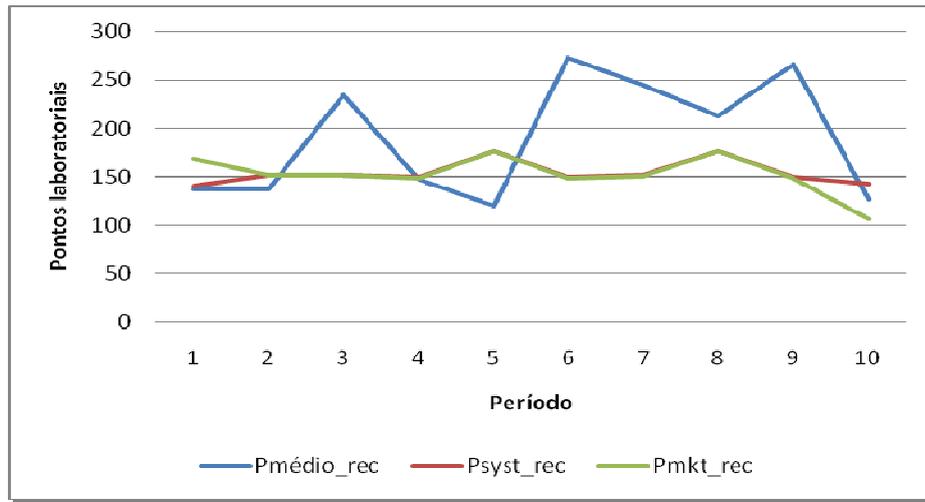


Figura 5.61 – Preço médio no mercado de reconciliação para o tratamento com leilão e previsões teóricas

Nota: Pmédio_rec – Preço médio no mercado de reconciliação registado no conjunto das sessões 5, 6, 7 e 8

Psyst_rec – Preço teórico no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência *System Optimum*

Pmkt_rec - Preço teórico no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência *Market Equilibrium*

As quantidades transaccionadas neste mercado poderiam ser, no máximo, as previstas teoricamente (já que os sujeitos estavam limitados à transacção da unidade em défice ou excesso), pelo que na figura 5.62 é possível constatar apenas se a totalidade dessas transacções se efectuou. A este respeito, surge destacada a sessão 8, registando desvios num maior número de períodos que as restantes sessões.

Realizado o teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre as quantidades médias transaccionadas no mercado de reconciliação, para o conjunto das quatro sessões com leilão, e a quantidade teórica (neste caso, idêntica para as referências *system optimum* e *market equilibrium*), concluímos não poder rejeitar a hipótese nula da igualdade entre ambas ($z=-1.412$ e $p=0.1579$).

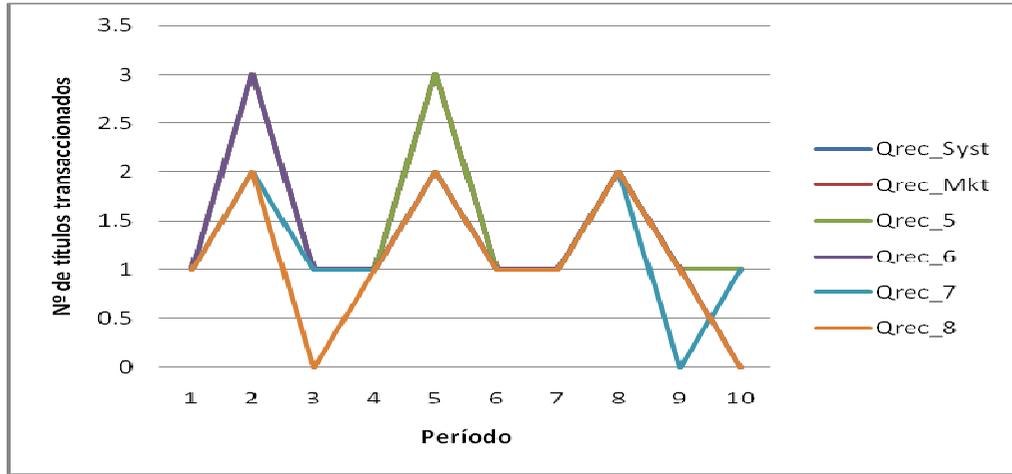


Figura 5.62 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, nas sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: Qrec_5 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 5
 Qrec_6 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 6
 Qrec_7 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 7
 Qrec_8 – Quantidade transaccionada no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 8
 Qrec_syst – Quantidade teórica no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - referência System Optimum
 Qrec_mkt - Quantidade teórica no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

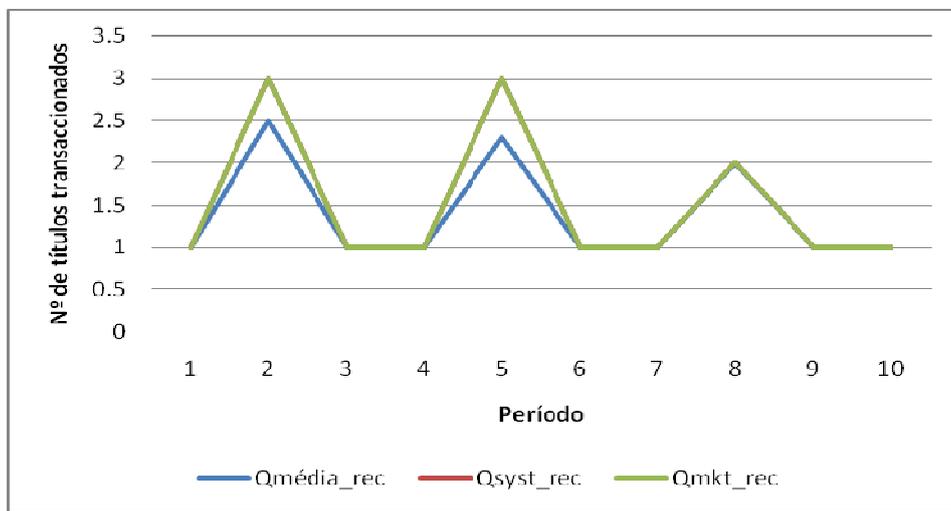


Figura 5.63 – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão e previsões teóricas

Nota: Qmédia_rec – Quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação no conjunto das sessões 5, 6, 7 e 8
 Qsyst_rec – Quantidade teórica no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - referência System Optimum
 Qmkt_rec - Quantidade teórica no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

No que respeita aos ganhos realizados pelos compradores neste mercado – excedentes das compras –, realçamos a existência de ganhos positivos, e extremamente elevados, nos períodos iniciais da sessão 5 (conforme figura 5.64). Estes são ainda mais extraordinários quando constatamos que, nos mesmos períodos e na mesma sessão, também o excedente das vendas é positivo (como se ilustra na figura 5.66), pelo que os ganhos dos compradores não se fazem à custa de perdas dos vendedores.

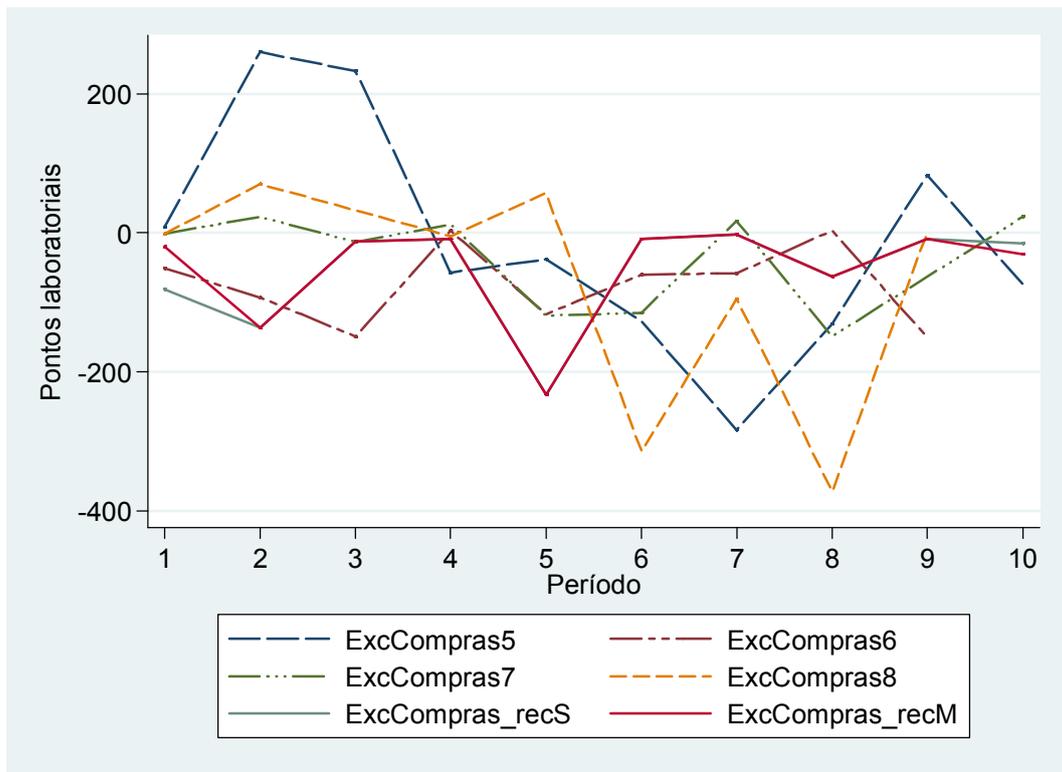


Figura 5.64 - Excedente das compras no mercado de reconciliação, em cada sessão do tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcCompras5 – Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 5

ExcCompras6 – Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 6

ExcCompras7 – Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 7

ExcCompras8 – Excedente dos compradores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 8

ExcCompras_recS – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcCompras_recM – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

A não realização de lucros por parte dos compradores neste mercado, teoricamente prevista, pressupunha a realização prévia de todas as operações conducentes à minimização dos custos de abatimento (no leilão e no mercado inicial). Portanto, ao verificarmos, na figura 5.64, a existência de excedentes das compras positivos nalguns períodos da sessão 5, temos um indício adicional da ineficiente afectação de títulos conseguida pelos participantes nesta sessão antes de entrarem no mercado de reconciliação. Ou seja, o *banking* excessivo realizado nessa sessão faz com que o custo de abatimento das unidades em déficit seja muito superior ao teoricamente previsto e, portanto, seja possível pagar um preço de mercado suficientemente elevado para gerar lucros aos vendedores mas ainda assim abaixo do custo marginal de abatimento evitado pelos compradores.

Da comparação entre o excedente médio das compras realizado no conjunto das quatro sessões do presente tratamento e o excedente das compras teórico, concluímos que estes são estatisticamente diferentes, com um nível de confiança de 99% ($z=-2.701$; $p=0.0069$ e $z=-2.703$; $p=0.0069$ para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente). No entanto, se retirada a sessão 5, o excedente médio das compras das restantes três sessões deixa de ser estatisticamente diferente do valor teórico ($z=-0.255$; $p=0.7989$ para ambas as referências teóricas), confirmando, portanto, o comportamento extremo registado na sessão excluída. Como dissemos anteriormente, as decisões de *banking* excessivo verificadas na sessão 5 tiveram repercussões em todas as restantes fases de cada período experimental, não sendo excepção o mercado de reconciliação.

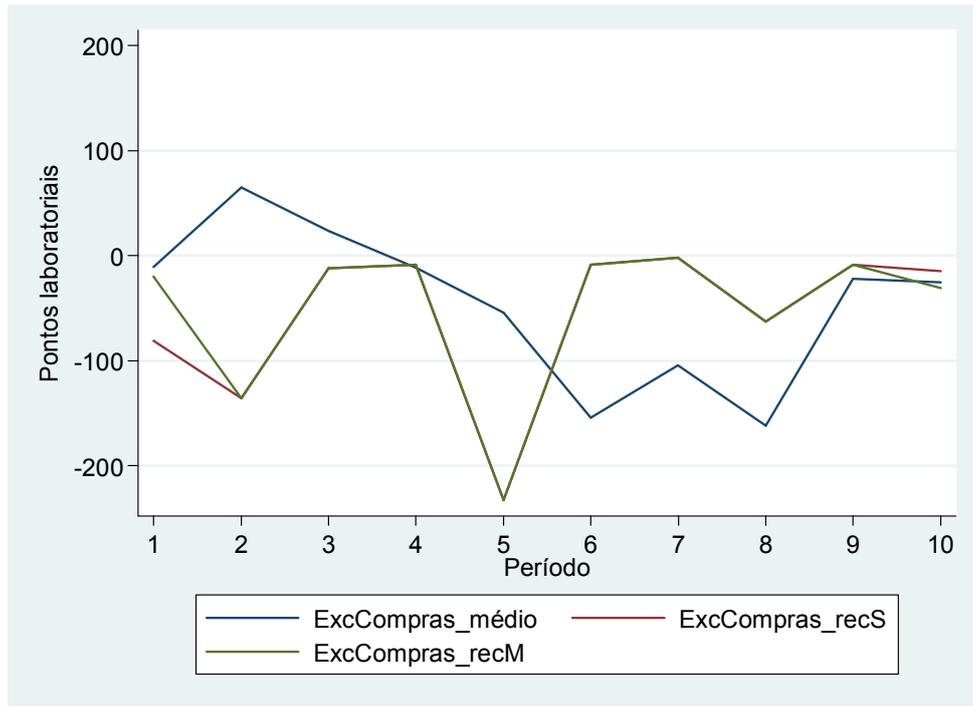


Figura 5.65 - Excedente médio das compras no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcCompras_médio – Excedente médio dos compradores no mercado de reconciliação, no conjunto das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcCompras_recS – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcCompras_recM – Excedente potencial dos compradores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

À semelhança do que aconteceu no tratamento com *grandfathering*, na maioria dos períodos e sessões, os excedentes das vendas foram superiores aos previstos, apesar de se registarem também ganhos inferiores aos potenciais (como por exemplo, nos períodos iniciais da sessão 8 ou nos períodos 4 e 5 da sessão 6).

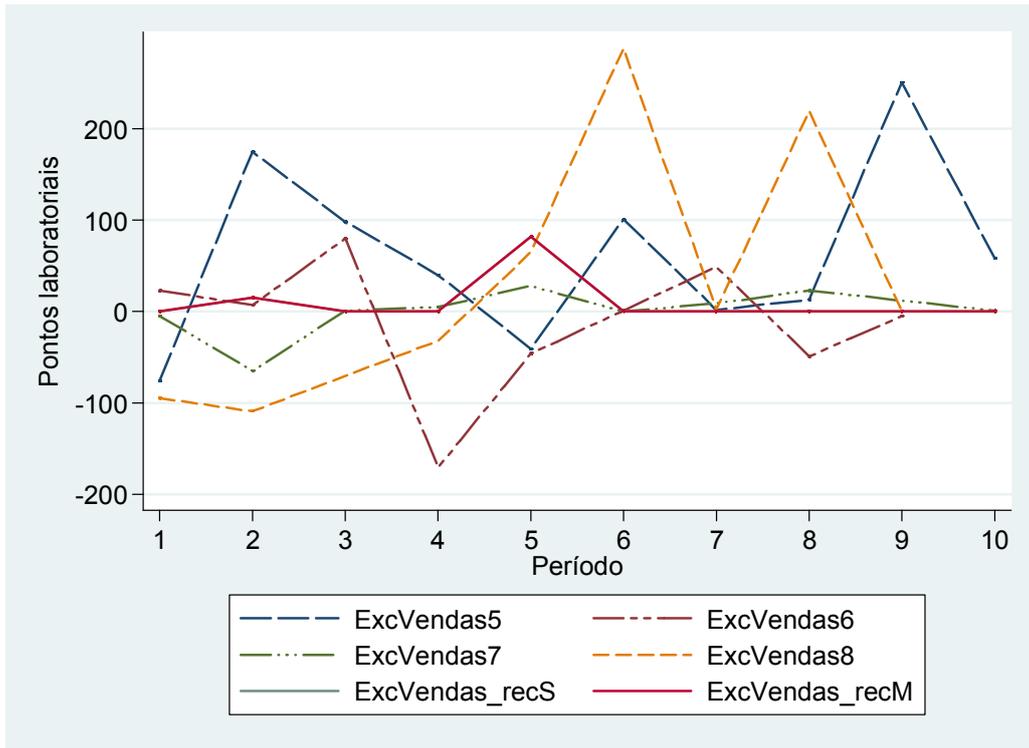


Figura 5.66 - Excedente das vendas no mercado de reconciliação, em cada uma das sessões com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcVendas5 - - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 5
 ExcVendas6 - - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 6
 ExcVendas7 - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 7
 ExcVendas8 - Excedente dos vendedores no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 8
 ExcVendas_recS - Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - referência System Optimum
 ExcVendas_recM - Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - referência Market Equilibrium

A figura 5.67 ilustra os valores médios do excedente dos vendedores no tratamento com leilão e compara-os com os valores de referência. Ainda que com um desfasamento temporal, os valores observados parecem aproximar-se dos previstos, ainda que sejam tendencialmente superiores a estes. Porém, os resultados obtidos para o teste de Wilcoxon às diferenças entre os valores médios observados para os excedentes das vendas e os excedentes teóricos levam-nos a concluir não existir diferença estatisticamente significativa entre ambos ($z = 0.968$ e $p=0.3329$ para as duas referências consideradas), ao contrário do que acontecia no lado dos compradores quando incluíamos a sessão 5.

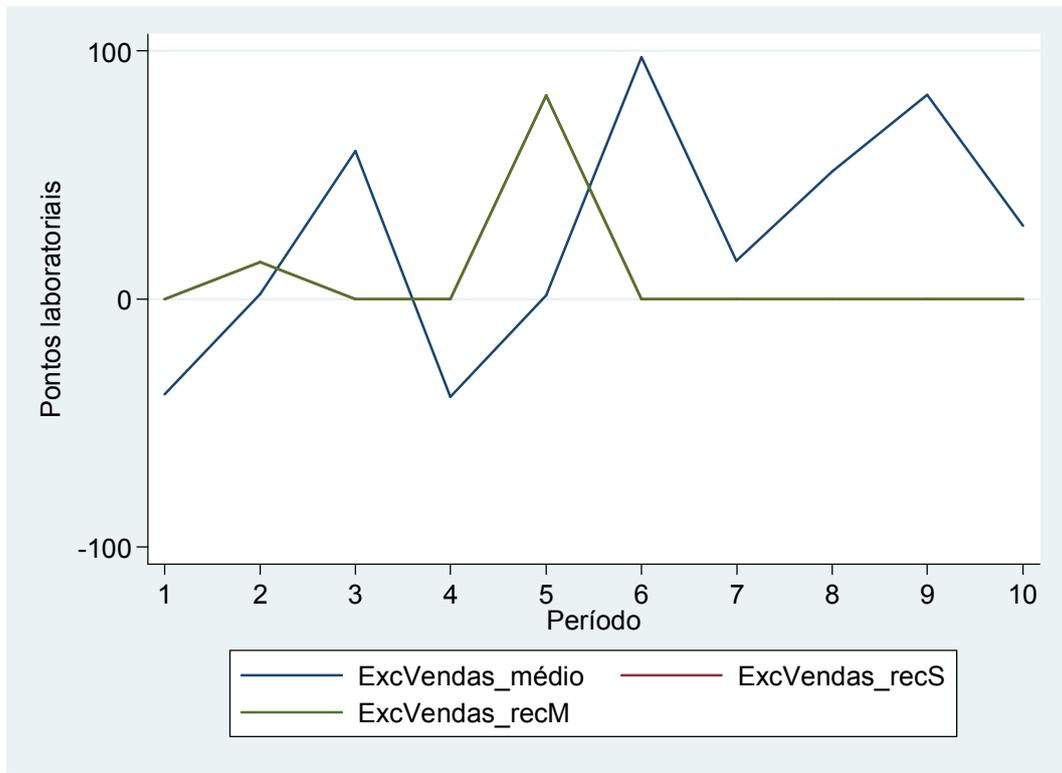


Figura 5.67 - Excedente médio das vendas no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcVendas_médio – Excedente médio dos vendedores no mercado de reconciliação, no conjunto das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcVendas_recS – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcVendas_recM – Excedente potencial dos vendedores, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

No cômputo geral do mercado de reconciliação, os ganhos totais oscilaram umas vezes acima outras vezes abaixo dos potenciais, destacando-se uma vez mais a sessão 5 pela dimensão dos desvios registados face aos valores de referência, como se ilustra na figura 5.68.

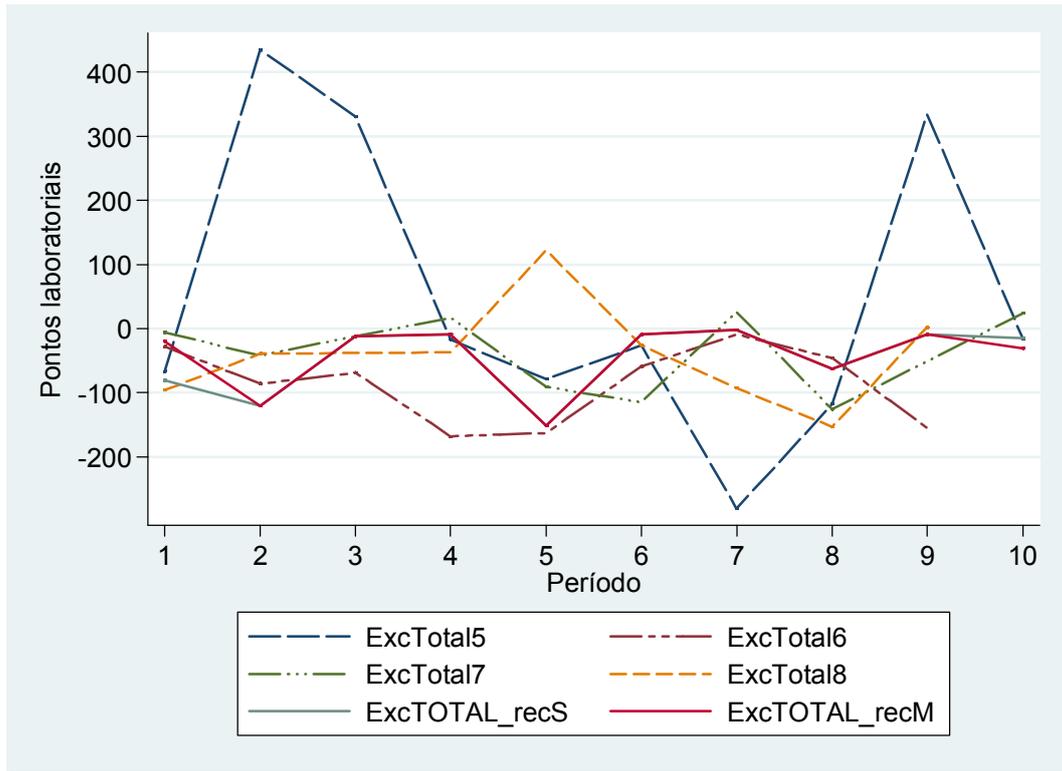


Figura 5.68 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada uma das sessões com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcTotal5 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 5
 ExcTotal6 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 6
 ExcTotal7 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 7
 ExcTotal8 - Excedente total no mercado de reconciliação, em cada período da sessão 8
 ExcTOTAL_recS - Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos - referência System Optimum
 ExcTOTAL_recM - Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos - referência Market Equilibrium

A comparação entre os valores médios dos excedentes totais realizados e os excedentes totais de referência, feita na figura 5.69, não é muito elucidativa acerca da dimensão da diferença entre estes excedentes. No entanto, através da realização do teste não paramétrico de Wilcoxon concluímos que as diferenças entre esses dois valores são estatisticamente significativas, para um nível de significância de 5% ($z=-1.988$; $p=0.0469$ e $z=-1.886$; $p=0.0593$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente). Uma vez mais, se retirada a sessão 5, esta conclusão vem completamente alterada, pois as diferenças entre os valores médios observados nas sessões 6, 7 e 8 e os valores teóricos deixam de ser estatisticamente significativas ($z = -0.255$; $p = 0.7989$ e $z = -0.357$; $p=0.7213$ para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

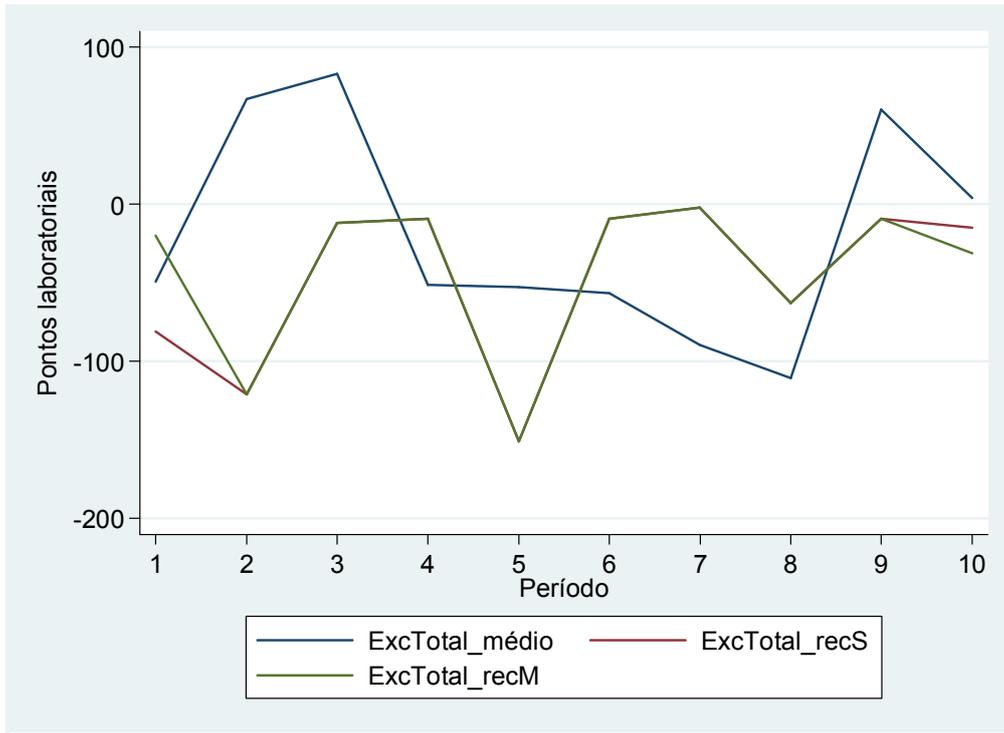


Figura 5.69 – Excedente médio total no mercado de reconciliação, no tratamento com leilão, e previsões teóricas

Nota: ExcTotal_médio – Excedente médio total no mercado de reconciliação, no conjunto das sessões 5, 6, 7 e 8

ExcTOTAL_recS – Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, sem retenção de títulos – referência System Optimum

ExcTOTAL_recM – Excedente potencial total, no mercado de reconciliação, com retenção de títulos – referência Market Equilibrium

Tal como fizemos para o tratamento com *grandfathering*, para avaliarmos a eficiência da instituição de mercado representada (agora com leilão inicial de 100% das licenças de emissão disponíveis), calculamos o custo total de abatimento das emissões de CO₂, em cada período, resultante da afectação final de títulos entre os participantes (depois de encerrado o mercado de reconciliação e, se necessário, ajustada a decisão de *banking* feita no início do período) e comparámo-lo com os valores teóricos. A figura 5.70 ilustra precisamente a evolução dos custos totais de abatimento registados nos 10 períodos de cada uma das quatro sessões do tratamento experimental com leilão. Como é aí bem visível, as sessões 6, 7 e 8 registam valores muito próximos dos de referência para um mercado de transacção de direitos de emissão concorrencial (BTU), com características como o nosso. Já os custos totais de abatimento verificados em cada período da sessão 5 apresentam grandes desvios face às referências teóricas, o que

revela que, mesmo após as transacções no mercado, a distribuição de licenças de emissão entre os participantes nesta sessão não foi a mais eficiente.

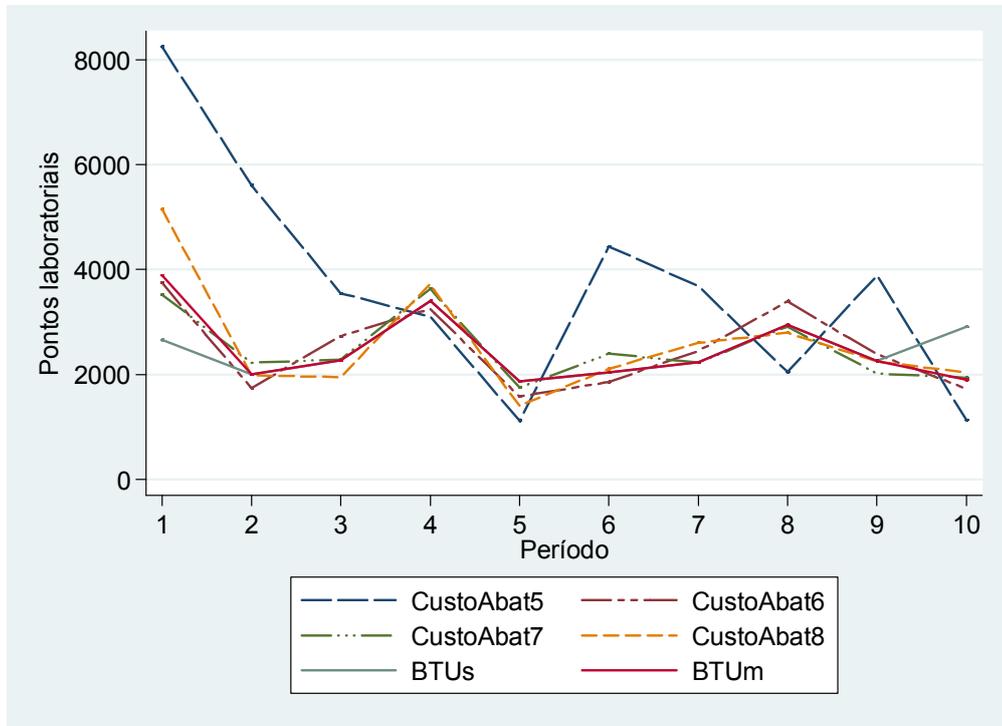


Figura 5.70 - Custo de abatimento total registado em cada período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas

Nota: CustoAbat5 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 5
 CustoAbat6 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 6
 CustoAbat 7 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 7
 CustoAbat 8 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 8
 BTUs – Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência System Optimum do BTU
 BTUm - Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência Market Equilibrium do BTU

Já quando comparamos os custos totais de abatimento registados nas nossas sessões experimentais com os que teriam de ser suportados com uma política ambiental do tipo *Comando-e-Controllo*, é nítida a redução de custos conseguida (conforme se ilustra na figura 5.71). Uma vez mais, a excepção é a sessão 5 que regista em diferentes períodos custos superiores aos que se verificariam no caso de se optar pela distribuição gratuita de licenças de emissão não-transaccionáveis. O comportamento extremo dessa sessão, com *banking* excessivo de títulos nos períodos iniciais, consequente

encerramento do leilão ao 1º preço proposto pelo leiloeiro (excesso de oferta) e, portanto, níveis de abatimento das emissões superiores aos exigidos pelo regulador justificam estes valores observados para os custos totais de abatimento na sessão 5.

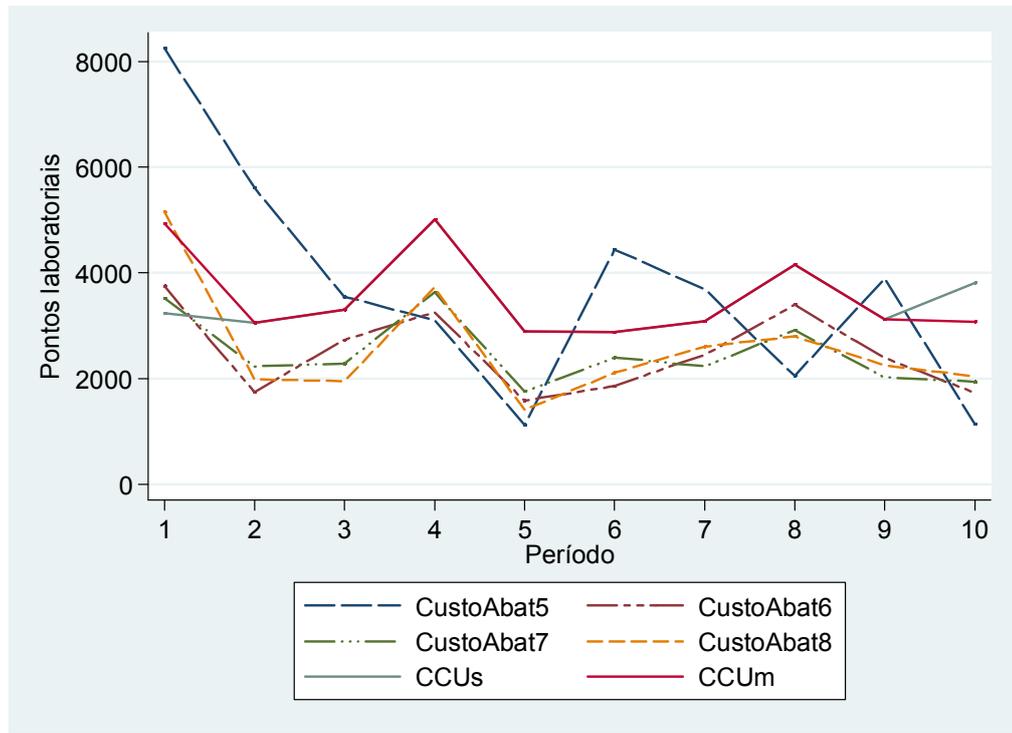


Figura 5.71 - Custo de abatimento total registado em cada período, nas 4 sessões com leilão e previsões teóricas para uma política de *Comando-e-Controllo* (CCU)

Nota: CustoAbat5 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 5
 CustoAbat6 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 6
 CustoAbat 7 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 7
 CustoAbat 8 – Custo de abatimento total registado em cada período da sessão 8
 CCUs – Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *System Optimum* de uma política CCU
 CCUm - Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *Market Equilibrium* de uma política CCU

De qualquer forma, os custos totais de abatimento médios registados no conjunto das quatro sessões estão muito mais próximos dos valores de referência para um mercado concorrencial de transacção de licenças de emissão do que da referência de *Comando-e-Controllo* (figura 5.72). Esta é uma ilação que confirmamos através da realização do teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças, verificando não poder rejeitar, para um nível de significância de 5%, a hipótese de igualdade entre os valores

médios dos custos de abatimento observados e os valores teóricos para um mercado de concorrência perfeita ($z = 1.172$; $p = 0.2411$ e $z = 1.682$; $p = 0.0926$ para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente). Pelo contrário, quando comparados com os custos de abatimento previstos para uma política de *Comando-e-Controlo*, confirmamos a existência de diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5% ($z = -1.886$; $p = 0.0593$ e $z = -2.497$; $p = 0.0125$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

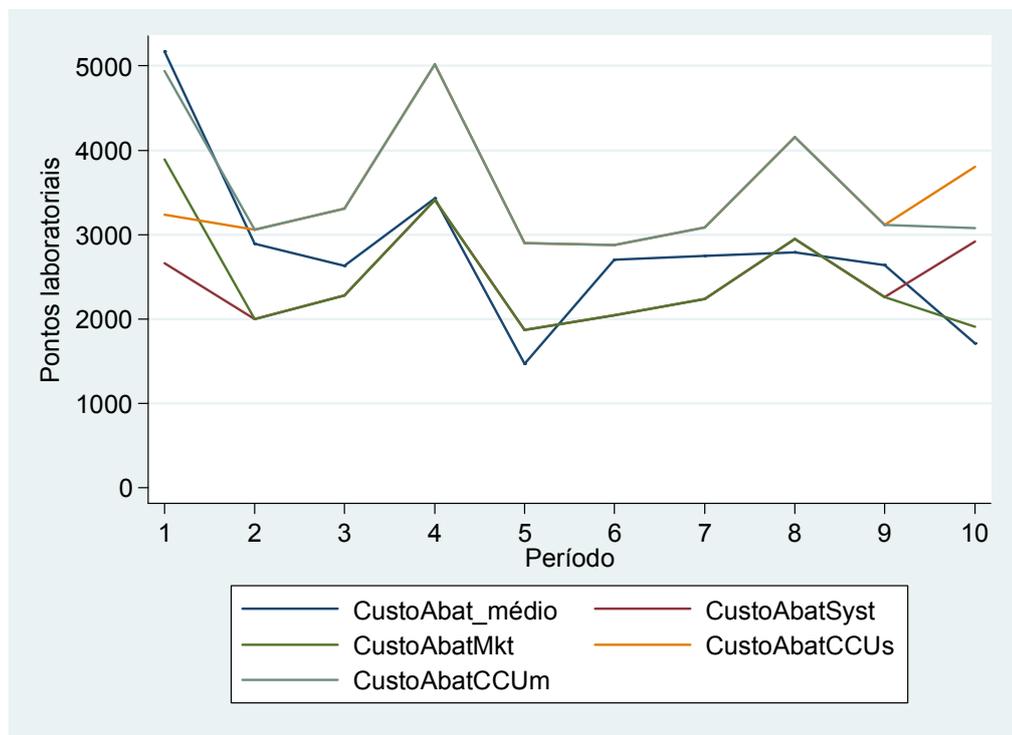


Figura 5.72 - Custo médio de abatimento total para o conjunto das sessões do tratamento com leilão e previsões teóricas para uma política de *Comando-e-Controlo* (CCU) e um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão (BTU)

Nota: CustoAbat_médio – Custo de abatimento total médio registado no conjunto das sessões do tratamento com leilão

CustoAbatSyst – Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *System Optimum* do BTU

CustoAbatMkt - Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *Market Equilibrium* do BTU

CustoAbatCCUs – Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *System Optimum Benchmark* de uma política CCU

CustoAbatCCUm - Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência *Market Equilibrium* de uma política CCU

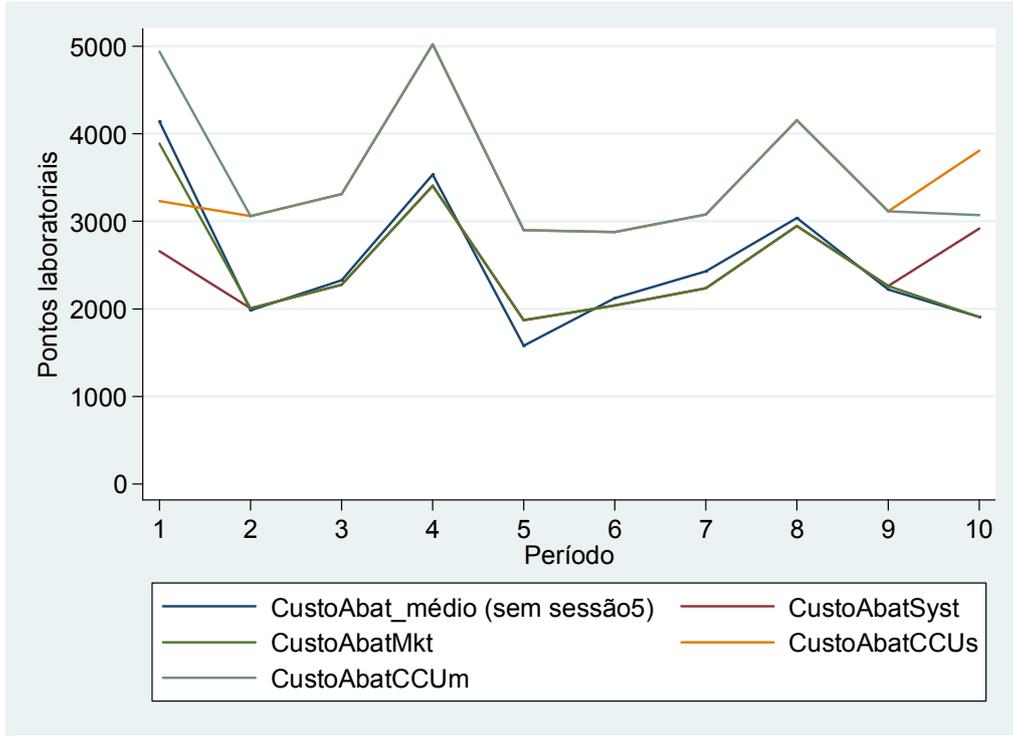


Figura 5.73 - Custo médio de abatimento nas sessões 6, 7 e 8 e previsões teóricas para uma política de *Comando-e-Controllo* (CCU) e um mercado concorrencial para transação de licenças de emissão (BTU)

Nota: CustoAbat_médio (sem sessão5) – *Custo de abatimento total médio registado nas sessões 6, 7 e 8*

CustoAbatSyst – *Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência System Optimum do BTU*

CustoAbatMkt - *Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência Market Equilibrium do BTU*

CustoAbatCCUs – *Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência System Optimum Benchmark de uma política CCU*

CustoAbatCCUm - *Custo de abatimento total registado em cada período, para a referência Market Equilibrium de uma política CCU*

Calculada a média dos custos totais de abatimento observados nas sessões 6, 7 e 8 (retirando o *outlier*, a sessão 5) verificamos, na figura 5.73, que a proximidade entre os custos totais de abatimento observados e os custos de abatimento teóricos de um mercado concorrencial para transacção de licenças de emissão de CO₂ é ainda maior do que a sugerida na figura 5.72. Os testes estatísticos realizados às diferenças entre estes dois valores são também ainda mais expressivos do que quando realizados para o total das sessões, revelando claramente a inexistência de diferenças estatísticas entre estes ($z = 0.764$; $p = 0.4446$ e $z = 1.172$; $p = 0.2411$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente) e confirmando, com 99% de confiança, a diferença entre os

custos médios observados e os custos teóricos de uma política de *Comando-e-Controlo* ($z = -2.395$; $p = 0.0166$ e $z = -2.803$; $p = 0.0051$, para as referências *system optimum* e *market equilibrium*, respectivamente).

Para terminar, com base nos custos totais de abatimento observados e nos custos teóricos, calculamos para o tratamento com leilão os mesmos índices de eficiência anteriormente encontrados para as sessões com *grandfathering*. Com o intuito de isolar o impacto do comportamento extremo observado na sessão 5, determinamos o valor médio registado para o índice de eficiência quer no conjunto das sessões deste tratamento quer sem esse *outlier*.

Tabela 5.10 - Índices de eficiência das sessões do tratamento com leilão

Período	Sessão 5		Sessão 6		Sessão 7		Sessão 8		TOTAL		TOT_ses5	
	Is ₅	Im ₅	Is ₆	Im ₆	Is ₇	Im ₇	Is ₈	Im ₈	Is	Im	Is	Im
1	-8.74	-3.16	-0.89	1.14	-0.50	1.36	-3.35	-0.21	-3.37	-0.22	-1.58	0.76
2	-2.42	-2.42	1.24	1.24	0.78	0.78	1.02	1.02	0.16	0.16	1.02	1.02
3	-0.23	-0.23	0.56	0.56	0.99	0.99	1.31	1.31	0.66	0.66	0.95	0.95
4	1.19	1.19	1.10	1.10	0.86	0.86	0.81	0.81	0.99	0.99	0.92	0.92
5	1.73	1.73	1.28	1.28	1.12	1.12	1.45	1.45	1.40	1.40	1.28	1.28
6	-1.87	-1.87	1.21	1.21	0.57	0.57	0.92	0.92	0.21	0.21	0.90	0.90
7	-0.72	-0.72	0.75	0.75	1.01	1.01	0.56	0.56	0.40	0.40	0.77	0.77
8	1.74	1.74	0.63	0.63	1.02	1.02	1.12	1.12	1.13	1.13	0.93	0.93
9	-0.91	-0.91	0.85	0.85	1.28	1.28	1.02	1.02	0.56	0.56	1.05	1.05
10	3.01	1.66	2.34	1.15	2.10	0.97	1.99	0.88	2.36	1.17	2.14	1.00
Média	-0.72	-0.30	0.91	0.99	0.92	1.00	0.68	0.89	0.45	0.64	0.84	0.96

Nota: $Is_i = \frac{(CCU_s - CustoAbat_i)}{(CCU_s - BTU_s)}$ e $Im_i = \frac{(CCU_m - CustoAbat_i)}{(CCU_m - BTU_m)}$ com $i = 5, 6, 7, 8$

Da análise da tabela acima destacam-se os resultados extremamente positivos alcançados nas sessões 6 e 7, acima dos 90% para as duas referências teóricas, atingindo mesmo os 99% e 100% quando considerado o comportamento de *banking* por precaução (referência *Market Equilibrium*). Pela negativa, como seria de esperar com base na análise dos resultados até então efectuada, destacam-se os valores destes índices de eficiência para a sessão 5 que, tal como havíamos verificado, revelam custos de

abatimento totais superiores aos de uma política de *Comando-e-Controlo*. No entanto, como também concluímos, a redução de emissões de CO₂ alcançada nessa sessão é superior à que estipulamos como objectivo ambiental a atingir, já que em diversos períodos não foi distribuída pelos participantes a totalidade das licenças de emissão disponíveis (88, por período). Assim, na verdade, os custos de abatimento aí observados deveriam ser comparados com os custos de uma política de *Comando-e-Controlo* e de um mercado concorrencial para transacção de direitos de emissão (BTU) para esse limite mais restritivo das emissões de CO₂. Só dessa forma estaríamos, de facto, a comparar o nível de eficiência económica de diferentes políticas ambientais para o mesmo objectivo ambiental.

Obviamente, o índice de eficiência média da instituição laboratorial representada (mercado para transacção de licenças de emissão, com leilão inicial) é bastante mais elevado quando calculado apenas com base nas sessões 6, 7 e 8 do que quando incluímos também a sessão 5 (84% e 96%, no primeiro caso e 45% e 64%, no segundo, para as referências *System Optimum* e *Market Equilibrium*, respectivamente). E como a sessão 5 atinge reduções nas emissões de CO₂ superiores às estipuladas, vamos sintetizar as nossas conclusões acerca dos resultados deste tratamento com base apenas nas sessões 6, 7 e 8:

RESULTADO 4: *Mesmo não estando garantidas todas as hipóteses subjacentes ao modelo de Dales (1968) e Montgomery (1972), isto é, não se tratando de um mercado com concorrência perfeita (devido à diferente dimensão e estrutura de custos dos participantes e incerteza na procura), para além de contemplar a possibilidade de banking, não prevista no modelo original daqueles autores, o nosso mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão, com leilão inicial, funciona e permite reduções substanciais (entre 84% e 95%) nos custos totais de abatimento (comparativamente com uma política de Comando-e-Controlo).*

Ou seja, o índice de eficiência média registado no conjunto do tratamento²⁰¹ confirma a nossa Hipótese 3.

²⁰¹ Excluindo o outlier, a sessão 5.

Considerando ainda o comportamento observado na sessão 5, verificamos existir uma diferença substancial, face ao tratamento com *grandfathering*, que sintetizamos da seguinte forma:

RESULTADO 5: *A afectação dos direitos de emissão de CO₂ através de leilão inicial, numa instituição de mercado laboratorial como a nossa, faz com que a redução de emissões atingida seja no mínimo a estipulada pelo regulador mas possa ainda ser superior. Ou seja, o objectivo ambiental a cumprir torna-se endógeno e não exógeno como no nosso tratamento com grandfathering.*

A possibilidade de *banking* concedida nos nossos tratamentos experimentais contribui em grande medida para o Resultado 5. Comportamentos de *banking* excessivo não são propriamente surpreendentes (como vimos no capítulo anterior, referido por Gangadharan *et al.* (2005), por exemplo) mas, quando aliados à participação em mercados para transacção de licenças de emissão com leilão inicial, dão origem a um resultado ambiental não controlável pelo regulador. Se o nível de abatimento de emissões for excessivo, devido a esta interligação entre o comportamento de *banking* e a participação no leilão inicial, podem gerar-se perdas sociais líquidas elevadas, pelo que esta é uma questão que deverá merecer investigação adicional futura.

Para concluir a análise dos dados deste tratamento com leilão, resta apenas analisar os ganhos realizados pelos participantes, nesta (3^a) parte das sessões experimentais, e compará-los com os ganhos potenciais (sintetizados na tabela 5.11). Para este tratamento, e contrariamente ao que acontecia no tratamento com *grandfathering*, os ganhos potenciais de cada um dos sujeitos não diferem muito consoante a referência teórica considerada, pois o impacto da aplicação de sanções por incumprimento é menos negativo (já que os ganhos potenciais trazidos pela participação no mercado e leilão inicial são também muito superiores aos do tratamento com *grandfathering*).

Como se constata através da tabela 5.11, os ganhos médios conseguidos pelos participantes em todas as sessões experimentais ficaram acima do previsto. Os sujeitos que obtiveram ganhos mais elevados foram aqueles a quem foi atribuída a dimensão e estrutura de custos representativas da Bélgica e da Holanda (ganho médio de €16.83 e €16.46). Já o sujeito 5 (França) da sessão 5, responsável pelo comportamento excessivo

de *banking* e consequentes resultados extremos dessa sessão, realizou ganhos inferiores aos participantes que representaram o mesmo país nas sessões 6, 7 e 8. O primeiro ganhou €12.53, nesta parte da experiência, enquanto os restantes ganharam mais de €14 cada um.

Tabela 5.11 – Ganhos dos participantes (em euros) relativos à 3ª parte da sessão experimental no tratamento com leilão²⁰²

Participante	Previsões teóricas (€)		Ganhos realizados (€)				TOTAL
	System	Market	Sessão 5	Sessão 6	Sessão 7	Sessão 8	
Bélgica (S1)	13.8	13.2	17.35	14.83	16.48	18.66	16.83
Espanha (S2)	14.0	13.6	14.14	13.98	13.79	13.61	13.88
Alemanha (S3)	13.2	13.5	14.78	14.75	14.31	14.83	14.67
Grécia (S4)	14.3	12.7	14.23	13.15	12.27	14.20	13.46
França (S5)	13.9	13.9	12.53	14.30	14.21	14.24	13.82
Itália (S6)	13.5	13.5	14.03	14.12	13.96	14.07	14.05
R.Unido (S7)	13.1	14.2	14.21	15.06	14.20	13.46	14.23
Holanda (S8)	13.3	13.3	18.69	16.00	15.39	15.77	16.46
Média	13.6	13.5	14.99	14.52	14.33	14.86	14.67

Com base nos testes estatísticos às diferenças entre os ganhos médios realizados pelos participantes,²⁰³ no conjunto das 4 sessões do tratamento com leilão, concluímos que existe uma diferença estatisticamente significativa, para um nível de 5%, entre os ganhos médios observados e a referência *market equilibrium* ($z=2.240$; $p=0.0251$), o mesmo não se verificando quando comparados com os ganhos potenciais da referência *system optimum* ($z=1.540$; $p=0.1235$).

5.5 – IMPACTO DA REGRA DE AFECTAÇÃO INICIAL DOS TÍTULOS DE EMISSÃO NOS RESULTADOS OBTIDOS

Como referimos no início do capítulo, a análise dos resultados dos dois tratamentos experimentais analisados tem por objectivo, por um lado, perceber até que ponto uma

²⁰² Tal como referimos na tabela 5.6, também a estes valores se somam ainda os ganhos da 2ª parte da sessão experimental – relativos às escolhas na MPL – e os €5 da taxa de participação.

²⁰³ Tabela FF do Anexo 9.

instituição de mercado semelhante à do EU ETS é capaz de gerar os incentivos correctos para a obtenção de um óptimo social e, por outro, avaliar o impacto da alteração das regras de afectação inicial dos direitos de emissão de CO₂ sobre os resultados obtidos. Tendo mantido fixos os atributos dos sujeitos (e^i) em todas as sessões experimentais, podemos agora proceder à comparação dos resultados finais, X , que resultam da troca de mensagens m . Essas mensagens constituem os preços e quantidades de mercado, bem como as decisões de *banking*, e o resultado final (X) consiste no custo total de abatimento que resulta da distribuição de títulos entre os agentes, consequência das mensagens trocadas e das regras por nós estabelecidas. Com base no custo total de abatimento registado em cada uma das oito sessões experimentais, e os valores de referência para um mercado para transacção de direitos de emissão concorrencial, em contexto de incerteza (BTU), determinamos, nas tabelas 5.5 e 5.10 o valor da eficiência registada em cada período e o valor médio desse índice para o total da sessão (última linha dessas tabelas). Relembramos esses valores, representando graficamente, na figura abaixo, os índices de eficiência média registados em cada sessão, para as referências *System Optimum* e *Market Equilibrium*.

Com excepção para a sessão 5, pelos motivos anteriormente assinalados, os índices de eficiência média das sessões com *grandfathering* e com leilão inicial dos direitos de emissão mostram que foram realizados a maioria dos ganhos potenciais previstos para um mercado de direitos de emissão concorrencial, com as regras especificadas no capítulo 4. Contribuindo para a actual discussão em torno da alteração da regra de afectação das licenças de emissão de CO₂ no seio do EU ETS, e no sentido de aferir a validade da Hipótese 4, procuramos identificar a existência, ou não, de diferenças significativas entre as eficiências médias das sessões com *grandfathering* (1,2,3 e 4) e as sessões com leilão (5, 6, 7, e 8).

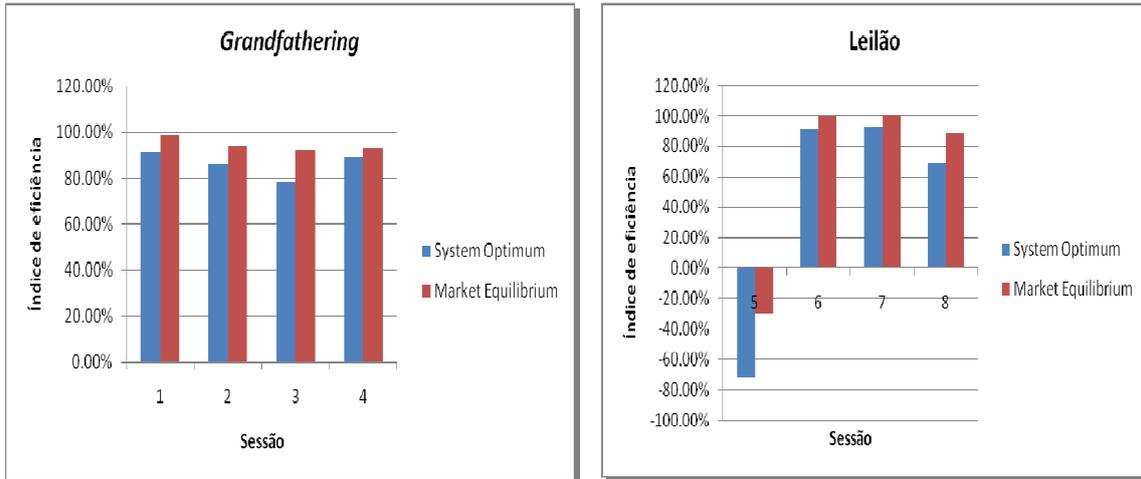


Figura 5.74 – Índices de eficiência média para as sessões experimentais do tratamento com *grandfathering* e com leilão, relativamente às referências teóricas *System Optimum* e *Market Equilibrium*.

Essa comparação entre os resultados obtidos nas quatro sessões do tratamento experimental com *grandfathering* e os resultados das quatro sessões do tratamento com leilão inicial foi feita, sobretudo, com base na estatística não-paramétrica, por se adequar a modelos sem especificação prévia das condições sobre os parâmetros da população de onde provém a amostra (Siegel, 1975, pg. 34).

Realizamos o teste de Mann-Whitney-Wilcoxon²⁰⁴ para verificar se existe alguma diferença estatisticamente significativa na eficiência média registada em sessões experimentais com *grandfathering* inicial dos títulos de emissão e com leilão inicial (duas amostras independentes, com quatro observações cada). Os resultados obtidos ($z=0.145$, $p=0.8845$) sugerem não existir diferença significativa nas distribuições dos índices de eficiência dos tratamentos com leilão ou com *grandfathering*, quer para a referência *system optimum* quer para a referência *market equilibrium* (mesmo sem retirarmos o *outlier*, a sessão 5). Ou seja, diferentes métodos de afectação inicial dos títulos de emissão não influenciam a eficiência deste instrumento de política ambiental.

RESULTADO 6: *Não existem diferenças significativas entre os custos de abatimento, e consequentes níveis de eficiência, registados num mercado para transacção de licenças de emissão como aquele que representamos laboratorialmente, quer a afectação inicial das mesmas seja gratuita ou através de leilão. Estes resultados estão assim de acordo com as previsões*

²⁰⁴ A realização de testes não paramétricos, em detrimento por exemplo da utilização do teste t-Student, deve-se ao facto de termos confirmado que os dados da nossa amostra não seguem uma distribuição normal (teste Shapiro-Wilk). Os resultados dos testes estatísticos realizados nesta secção encontram-se documentados no Anexo 10.

teóricas de Montgomery (1972), ainda que não tenham sido respeitados todos os pressupostos subjacentes ao modelo, e constituem evidência em favor da nossa Hipótese 4.

Apesar de concluirmos não existir diferenças significativas entre o nível de eficiência conseguido em sessões experimentais com diferentes métodos de afectação inicial, constatamos, nas secções anteriores, a existência de grandes disparidades ao nível do comportamento de *banking*. Realizado o teste de Mann-Whitney-Wilcoxon também para esta variável, constatamos existir uma diferença estatisticamente significativa no valor total de títulos de emissão guardados no início de cada sessão conforme aqueles fossem leiloados ou distribuídos gratuitamente ($z=-2.465$, $p=0.0137$). Ou seja, confirmamos que este comportamento de *banking* é superior em sessões com leilão inicial de títulos, como havíamos já verificado através da análise gráfica dos dados dos dois tratamentos experimentais.

RESULTADO 7: *Verifica-se a existência de uma correlação positiva, e estatisticamente significativa ao nível de 5%, entre a variável experimental, método de afectação inicial dos direitos de emissão, e o número de títulos guardados no início de cada período. Este é superior em sessões com leilão inicial das licenças de emissão.*

De salientar ainda que este não é um resultado que possa ser atribuído a diferentes atitudes ao risco por parte dos participantes nas sessões dos dois tratamentos experimentais. Com base nas respostas à MPL, na 2^a parte das nossas sessões experimentais, no total dos 64 participantes apenas um indivíduo foi classificado como propenso ao risco no tratamento com *grandfathering* e dois no tratamento com leilão, sendo todos os restantes neutros/avessos ao risco.

No entanto, apesar de não existir incerteza na oferta de títulos no nosso desenho experimental,²⁰⁵ no tratamento com leilão os sujeitos não sabem, antes de aquele encerrar, a quantidade de títulos que conseguirão adquirir. Esta incerteza pode ainda ser mais exacerbada pelas regras do leilão implementado, dado que os sujeitos sabem que a quantidade que lhes é atribuída no leilão não depende apenas das suas próprias propostas mas também da procura residual, isto é, da procura total dos seus concorrentes, a cada preço proposto pelo leiloeiro. Assim sendo, guardar unidades para

²⁰⁵ Os participantes sabem, à partida, que é 88 o número de licenças de emissão existentes em cada período.

o período seguinte, com receio de não se conseguir adquirir o mesmo número de títulos em leilões posteriores, poderá ser uma possível justificação para esta diferença de comportamento entre tratamentos. Efectivamente, nas sessões experimentais com *grandfathering* esta incerteza não existe pois o número de licenças atribuídas aos sujeitos é igual em todos os períodos da sessão, e estes conhecem-no.

Há ainda outras diferenças estatisticamente significativas registadas no decorrer das sessões relativas aos dois tratamentos experimentais. Nomeadamente, no que respeita aos desvios registados entre a quantidade de licenças de emissão de CO₂ transaccionadas no mercado inicial e as quantidades previstas *a priori* no tratamento com leilão e *grandfathering*, sendo maiores no caso do leilão ($z=-7.233$ e $p=0.0000$, para o *system optimum*, $z=-5.890$ e $p=0.0000$ para a referência *market equilibrium*).²⁰⁶ Como vimos aquando da análise dos dados experimentais das sessões com leilão, efectivamente, o número de transacções efectuadas no mercado secundário acabou por ser muito superior ao previsto devido ao comportamento de *banking* excessivo que identificamos. Os testes de correlação são igualmente estatisticamente significativos para um nível de 5%, confirmando-se, portanto, a impressão registada anteriormente através da análise gráfica.

No que se refere aos desvios entre os preços médios de transacção no mercado e os preços de referência, existe igualmente uma diferença estatisticamente significativa entre os dois tratamentos. Desta vez, os desvios verificados no tratamento com *grandfathering*, face às referências teóricas, são maiores do que os desvios registados no tratamento com leilão (confirmada quer pelo teste de Mann-Whitney: $z=4.804$ e $p=0.0000$ para o *system optimum* e $z=2.021$ e $p=0.0433$ para o *market equilibrium benchmark* quer pelos testes de correlação).

Por último, realizamos ainda testes estatísticos com vista a testar as nossas hipóteses 5 e 6. Em relação à primeira verificamos que, efectivamente, as quantidades transaccionadas no tratamento com *grandfathering* são superiores às do leilão, como previsto ($z=3.485$ e $p=0.0005$). No entanto, em relação aos preços de equilíbrio registados concluímos não existir diferenças estatisticamente significativas entre os dois tratamentos ($t=1.3832$ e $p=0.1835$), contrariamente ao previsto, com base nas referências teóricas que determinamos previamente.

²⁰⁶ Resultados dos testes que se encontram na tabela C do Anexo 10.

RESULTADO 8: *As quantidades transaccionadas no mercado inicial são superiores no tratamento com grandfathering, dando suporte à nossa Hipótese 5. Porém, os preços médios de equilíbrio registados nos dois tratamentos não são significativamente diferentes, contrariamente ao previsto na mesma hipótese.*

Como vimos acima, no tratamento com *grandfathering* registaram-se os maiores desvios dos preços médios de transacção face ao previsto (situando-se acima dos valores teóricos) o que, no fundo, faz com que este resultado 8 não seja surpreendente (pois prevíamos preços de mercado no tratamento com leilão superiores aos praticados no tratamento com *grandfathering*).

Ainda em relação ao mercado inicial, os ganhos potenciais previstos para o tratamento com *grandfathering* eram maiores do que para o tratamento com leilão. No entanto, quando comparados os excedentes totais médios realizados nos dois tratamentos, concluímos não existir diferença estatisticamente significativa entre ambos ($z = -0.302$; $p = 0.7624$), o mesmo acontecendo com os excedentes médios das compras ($z = -1.058$; $p = 0.2899$). Apenas os excedentes médios das vendas são estatisticamente diferentes entre os dois tratamentos, confirmando-se com 99% de confiança, as nossas previsões de excedentes superiores no tratamento com *grandfathering* ($z = 3.628$; $p = 0.0003$).²⁰⁷ Ou seja, os excedentes totais realizados no mercado inicial, no tratamento com leilão, foram superiores ao previsto devido à realização de ganhos superiores aos teóricos por parte dos compradores – sendo este resultado verdadeiro para a totalidade das sessões desse tratamento ou excluindo a sessão 5 (como vimos na secção anterior).

No que respeita ao mercado de reconciliação, verificamos que não existe diferença estatisticamente significativa entre a quantidade média de títulos transaccionada no tratamento com distribuição gratuita de títulos ou com leilão inicial ($t = 0.1010$ e $p = 0.9207$), o mesmo acontecendo para os preços médios de transacção neste mercado ($t = 1.6119$ e $p = 0.1244$), tal como prevíamos *a priori*. Com base nestes testes podemos então sintetizar o seguinte resultado:

²⁰⁷ Os resultados destes testes estatísticos encontram-se na tabela G do Anexo 10. Como aí é possível constatar, o teste de Shapiro-Wilk para os excedentes médios das compras faz-nos rejeitar a hipótese da normalidade desses dados. Apesar de para os excedentes totais e das vendas não rejeitarmos a hipótese da normalidade dos dados, por uma questão de comparabilidade, realizamos o teste não paramétrico Mann-Whitney-Wilcoxon para todas as variáveis.

RESULTADO 9: *Confirmamos a nossa Hipótese 6, de igualdade dos preços e quantidades transaccionadas no mercado de reconciliação, para os dois tratamentos considerados.*

Este é, porém, um resultado um pouco contraditório com o facto de termos verificado existir diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 5%, nos excedentes médios observados no mercado de reconciliação dos dois tratamentos, sendo o excedente médio das compras e total do tratamento com leilão superior ao do tratamento com *grandfathering* ($z = -2.570$; $p=0.0102$ e $z = -1.965$; $p=0.0494$, respectivamente). Para o excedente das vendas no mercado de reconciliação concluímos em sentido oposto, verificando ser superior no tratamento com *grandfathering* ($z = 1.965$; $p=0.0494$).²⁰⁸

5.6 – CONCLUSÃO

Da análise dos resultados experimentais efectuada ao longo deste capítulo, destacamos a seguinte conclusão. A implementação de mercados para transacção de direitos de emissão, independentemente do método escolhido para a sua afectação inicial (*grandfathering* ou leilão), consegue reduções de custos substanciais face a políticas de *Comando-e-Controlo*, para atingir o mesmo objectivo ambiental (Resultados 2 e 4, respectivamente). Ou seja, a instituição laboratorial desenhada – próxima do EU ETS - faz corresponder as acções individuais com o óptimo social pretendido (m^i e X). Para além disso, revelou ser indiferente para a eficiência deste instrumento de política ambiental, o método de afectação inicial dos direitos de emissão (Resultado 6).

Verificamos, portanto, a eficiência do instrumento de política ambiental preconizado por Dales (1968) e Montgmorey (1972), através da realização substancial dos ganhos potenciais (redução de custos de abatimento face a uma política de *Comando-e-Controlo*), sem que a estrutura de mercado implementada fosse de concorrência perfeita. Os resultados obtidos questionam, portanto, a necessidade das hipóteses restritivas ao modelo original daqueles autores para os resultados finais deste

²⁰⁸ A utilização de testes não paramétricos justifica-se pelos mesmos motivos mencionados na nota de rodapé anterior.

instrumento de política – tal como acontece com a generalidade de experiências laboratoriais realizadas sobre mercados.

No que concerne à realização dos ganhos potenciais no mercado para transacção das licenças de emissão, chegamos a conclusões distintas para os dois tratamentos. No tratamento com *grandfathering*, apesar dos ganhos realizados pelos vendedores terem sido, em média, superiores aos ganhos teóricos e os ganhos dos compradores terem ficado abaixo do previsto, verificamos que não existiu uma diferença estatisticamente significativa entre o excedente total realizado no conjunto das sessões e o valor previsto - apenas os ganhos se repartiram de forma menos equitativa. Já no tratamento com leilão, identificamos uma diferença estatisticamente significativa entre o excedente total realizado e o teórico (o mesmo acontecendo para os excedentes das compras e das vendas, em média acima do previsto). Esta diferença, registada no tratamento com leilão, pode explicar-se com base na afectação de licenças de emissão verificada imediatamente após o encerramento do leilão. Como vimos, com excepção para dois participantes, registou-se para o conjunto das sessões experimentais deste tratamento uma diferença estatisticamente significativa entre o número médio de licenças de emissão detido após o encerramento do leilão e o número previsto, com base num resultado eficiente para o leilão de Ausabel. Ao não serem entregues os títulos de emissão aos sujeitos com maiores valorizações, após o encerramento do leilão, aumenta o número de transacções lucrativas que é possível fazer no mercado secundário e, conseqüentemente, aumenta também o excedente total potencial. Daí as diferenças face às previsões determinadas no capítulo 4, já que pressupunham uma afectação eficiente dos títulos por parte do leilão inicial.

Também o comportamento distinto de *banking* identificado nos dois tratamentos contribui para o resultado acima. A poupança de um maior número de licenças de emissão no tratamento com leilão concorre para o aumento de transacções lucrativas no mercado. Esta diferença verificada entre os tratamentos não se deve a diferentes atitudes face ao risco por parte dos participantes nos dois grupos de sessões. Para esta certeza contribui o facto de termos utilizado, na fase inicial de cada sessão, uma MPL para eliciação do nível de aversão ao risco por parte de cada indivíduo, onde concluímos que a esmagadora maioria (95%) era neutra/avessa ao risco.

Ainda em relação ao *banking* excessivo, identificamos uma consequência distinta deste comportamento, consoante o método de afectação inicial de licenças de emissão. No caso do leilão, este pode originar excesso de oferta de títulos no leilão inicial, ou seja, a não distribuição da totalidade de títulos disponíveis e consequente restrição ambiental efectiva superior à inicialmente imposta pelo regulador. Dadas as regras de *banking* impostas no nosso desenho experimental, iguais nos dois tratamentos, essa endogeneização da restrição ambiental não é possível no tratamento com *grandfathering*. Efectivamente, os indivíduos só podem ir acumulando licenças de emissão até ao limite das suas necessidades nos períodos futuros, em que podem vir a usá-las. Portanto, a conclusão sintetizada no Resultado 5 constitui uma evidência dos nossos resultados experimentais, não antecipada *a priori*. A imposição de restrições ao *banking* máximo permitido a cada participante poderá eventualmente ser equacionada pelos reguladores quando se opta pelo leilão inicial das licenças de emissão. Esta, porém, é uma área que necessita de investigação adicional futura.

Da análise dos resultados efectuada neste capítulo, concluímos ainda que o tipo de leilão escolhido para a afectação inicial das licenças de emissão – o leilão de Ausabel (2004) – arrecadou cerca de 90% das receitas potenciais mas não permitiu a redução de custos de abatimento prevista. Se, teoricamente, este é o formato mais adequado para o leilão de múltiplas unidades, a evidência por nós recolhida não confirma que tal seja verdade, nas condições em que o mesmo foi implementado. Ou seja, aplicado para a venda de múltiplas unidades (títulos de emissão de CO₂) com validade intertemporal e possibilidade de revenda em mercado secundário, o leilão de Ausabel não se revelou eficiente. Convém, no entanto, lembrar que as condições em que este leilão foi implementado se afastam grandemente daquelas em que o modelo teórico de Ausabel (2004) se desenvolve, e que o grande contributo das nossas experiências consiste precisamente em testá-lo para o caso das licenças de emissão de CO₂.

6 – CONCLUSÃO

Para o problema ambiental do século XXI, o do aquecimento global, apenas é possível uma solução global. O Protocolo de Quioto constitui um marco na busca dessa solução e o EU ETS surge com o objectivo de facilitar a observância dos compromissos aí assumidos, por parte da União Europeia, minimizando os custos necessários para tal.

Quer no Protocolo de Quioto, quer na UE, é clara a preferência pelo instrumento de política preconizado por Dales (1968) e Montgomery (1972). A sua aplicação na resolução de uma externalidade ambiental global constitui novidade e por isso justifica a presente investigação. A falta de dados reais, à data de início da investigação, aliada às características intrínsecas da metodologia experimental, que lhe conferem vantagens significativas no estudo de instituições de mercado, esteve na base da opção metodológica que efectuamos. Estudar o instrumento teórico, licenças de emissão transaccionáveis, aplicado ao caso específico do CO₂, num mercado supra-nacional com as regras definidas pela Directiva 2003/87/EC foi o objectivo traçado.

O desenho da instituição de mercado a implementar laboratorialmente, suas características e questões a analisar, resultaram de um longo trabalho inicial de revisão bibliográfica sobre licenças de emissão transaccionáveis, resumido, sobretudo, no capítulo 3 da presente tese. Conhecer o estado da arte relativamente aos principais aspectos a ter em conta no momento da implementação efectiva de mercados para transacção de direitos de emissão, com base nos mais diversos tipos de estudos – empíricos, de simulação, teóricos ou experimentais -, conduziu-nos à inevitabilidade de realizar opções. As questões tratadas no capítulo 3, em cada uma das suas subsecções, destacaram-se na pesquisa que efectuamos sobre este instrumento de política ambiental: importância da instituição de mercado adoptada; poder de mercado; incerteza; incumprimento; e os incentivos ao desenvolvimento tecnológico. De entre estas, colocamos a importância das regras de mercado adoptadas, num contexto de incerteza na procura por títulos de emissão, no centro da nossa investigação.

Dado o carácter relativamente recente de mercados para transacção de direitos de emissão de GEE, a sua estrutura e regras de funcionamento estão ainda numa fase muito “moldável”. Com os resultados que se vão obtendo, nomeadamente da 1ª fase de funcionamento do EU ETS, conjugados com outros já existentes, fruto de estudos teóricos, empíricos ou experimentais, deve fazer-se uma reavaliação constante do desenho escolhido para a instituição de mercado. Não sendo, obviamente, possível o arranque de um qualquer mercado sem uma definição clara das regras do mesmo, deixar em aberto a possibilidade de posteriores revisões, é um grau de liberdade indispensável. O artigo 30º da Directiva 2003/87/CE, que cria o EU ETS, estipula precisamente esse grau de liberdade, que se reflecte, por exemplo na proposta de alteração dessa mesma Directiva que consta do documento COM(2008)16final de 23.1.2008. Neste, e em muitos outros estudos sobre o funcionamento do EU ETS, a alteração do método de afectação inicial das licenças de emissão originalmente escolhido surge como imprescindível. O leilão inicial de títulos passará a ser a regra, e não a excepção como até aqui, a partir de 2013. É também esta a regra destacada na instituição de mercado que implementamos laboratorialmente: o método de afectação inicial de títulos, que constitui a nossa variável experimental.

Não estando ainda definidas as regras do leilão a implementar no seio do EU ETS, a nossa opção para o leilão inicial das licenças de emissão de CO₂ baseou-se no modelo de Ausabel (2004). Tratando-se de um leilão dinâmico para múltiplas unidades, o seu autor demonstra, teoricamente, ser capaz de produzir os mesmos resultados eficientes da versão estática de Vickrey. Tem, porém, a vantagem de ser mais simples de administrar e compreender, para além de permitir fazer uso da informação que vai sendo disponibilizada no decorrer do leilão, impossível de acontecer em leilões estáticos.

O presente trabalho constitui a primeira aplicação do leilão de Ausabel a licenças de emissão transaccionáveis. Não propriamente porque estas constituam um tipo de bem particular, mas porque o leilão é apenas uma parte de uma instituição de mercado alargada e complexa, os nossos resultados experimentais dão um contributo importante na aferição do seu desempenho em tais condições. Tomada que está a decisão de avançar para o leilão inicial das licenças de CO₂ após 2013, no seio do EU ETS, a definição das regras ou do modelo de leilão a adoptar é o passo seguinte. Os dados recolhidos nas nossas sessões experimentais permitem verificar a funcionalidade,

ou não, do leilão que, teoricamente, induz a revelação de verdadeiros valores para a venda de múltiplas unidades homogêneas, num mercado próximo do EU ETS, e analisar o resultado do mesmo, em termos de eficiência. Ainda que outros tipos de leilões tenham sido testados para a venda de direitos de emissão de CO₂, como em Holt *et al.* (2007), teoricamente não são adequados e só recomendados em detrimento deste por maior facilidade de implementação experimental.

Como vimos no capítulo 5, os resultados experimentais obtidos nas sessões com leilão inicial das licenças de emissão de CO₂ revelam que o modelo de Ausabel não garante que as mesmas fiquem na posse dos agentes que mais as valorizam. Apesar de teoricamente eficiente, o leilão de Ausabel não proporcionou a redução de custos de abatimento das emissões de CO₂ prevista. No entanto, a redução na procura identificada numa das nossas sessões ficou a dever-se não às regras do próprio leilão mas foi consequência do ambiente complexo em que o mesmo se inseriu – sobretudo da possibilidade de *banking* dos títulos adquiridos em leilão.

A existência de um mercado para transacção das licenças de emissão após a sua aquisição no leilão permitiu, porém, uma reafecção das mesmas que resultou numa redução clara dos custos totais de abatimento. O mercado funcionou, portanto, para corrigir a distribuição de títulos resultante do leilão, permitindo a sua aquisição por parte dos agentes com maiores valorizações. Efectivamente, constatamos que o mercado laboratorial para transacção de direitos de emissão, com incerteza na procura, possibilidade de *banking* de títulos e afectação inicial de títulos através de leilão consegue realizar a quase totalidade dos ganhos potenciais do mesmo. Ou seja, o mercado revela-se eficiente, tal como acontece também nas sessões com distribuição gratuita dos títulos. Como vimos no capítulo 5, sendo o tratamento com leilão semelhante ao tratamento com *grandfathering* em termos de eficiência, no primeiro é transaccionado um menor número de licenças de emissão no mercado o que, na eventual presença de custos de transacção (não contemplados no nosso desenho experimental), lhe confere superioridade face ao tratamento com *grandfathering*.

A excepção a estes resultados positivos e eficientes do tratamento com leilão registou-se numa sessão em que se verificou um comportamento de *banking* excessivo. Este não é um dado novo em experiências laboratoriais com mercados de direitos de emissão – independentemente da forma de afectação inicial dos mesmos. Estudos experimentais anteriores, ainda que com desenhos distintos dos nossos (como o de

Gangadharan *et al.* (2005), por exemplo), referem uma tendência habitual para o *banking* excessivo. Porém, os problemas originados por este tipo de comportamento são distintos quando se opta pelo leilão inicial desses direitos. Ao já esperado aumento dos custos de abatimento das emissões – registado também em sessões com *grandfathering* – junta-se a endogeneização da própria restrição ambiental, isto é, do montante total de emissões a abater, nas sessões com leilão. Tal não significa, necessariamente, que este seja um aspecto negativo da utilização do leilão como forma de afectação inicial dos títulos de emissão em conjunto com a possibilidade de *banking*. A redução de emissões pode ser maior do que a estipulada pelo regulador e, portanto, os custos de abatimento a suportar superiores ao previsto, com índices de eficiência negativos face às referências originais. Sendo esta uma consequência de comportamentos voluntários dos agentes, com custos acrescidos evidentes para os mesmos, coloca-se a questão da necessidade de limitar o mesmo. E a resposta depende da exactidão com que o valor das reduções exigidas pelo regulador é, em primeira instância, definido. A questão do correcto estabelecimento dos limites ambientais, que garantem o óptimo social está, ela própria, envolvida em grande incerteza dada a dificuldade de mensuração dos custos e benefícios da redução de emissões de CO₂.

O maior abatimento de emissões do que o imposto pelo regulador, possível em mercados para transacção de licenças de emissão de CO₂ com leilão inicial, traz problemas de ineficiência de um modo particular quando as reduções fixadas pelo regulador são exactamente as que garantem o óptimo social ou ainda mais restritivas. No entanto, à medida que os agentes adquirem uma percepção mais correcta do impacto negativo que o *banking* excessivo tem sobre os seus custos de abatimento este comportamento deve, tendencialmente, diminuir ou desaparecer, pelo que não nos parece que a imposição de regras limitativas de *banking* deva ser considerada uma questão prioritária por parte do regulador.

O uso que os participantes nas nossas sessões experimentais fizeram da possibilidade de *banking*, quer com leilão quer *grandfathering*, leva-nos, precisamente, a destacar esta regra do mercado que implementámos laboratorialmente como sendo aquela que menos contribui para a eficiência deste instrumento de política ambiental. O EU ETS, como a generalidade dos mercados para transacção de direitos de emissão existentes, contempla-a, o que torna inquietante a nossa conclusão. Para além do mais, como vimos no capítulo 3, esta é uma regra apontada várias vezes como solução para

diversas falhas deste mercado, pelo que a sua adopção é praticamente inquestionável. O que não conseguimos concluir com as experiências realizadas é que os participantes neste mercado a tenham efectivamente utilizado por forma a maximizar quer os ganhos pessoais, quer os ganhos sociais. Os resultados da eliciação das atitudes individuais dos nossos participantes face ao risco, feita no início de cada uma das sessões experimentais, levaram-nos a classificar a esmagadora maioria dos mesmos como sujeitos neutros ou avessos face ao risco o que, num contexto de incerteza quanto ao efectivo nível de abatimento das emissões, com penalizações significativas para o incumprimento, deveria originar um comportamento de *banking* por precaução, ao longo de toda a sessão, que não aconteceu. Esta falta de correspondência entre a classificação dos agentes face ao risco, feita com base na MPL utilizada no início das sessões, e a classificação de Godby *et al.* (1997), com base no comportamento de *banking* prevista para os mesmos, leva-nos a questionar a adequabilidade dos incentivos que esta regra proporciona. No entanto, mesmo sendo correctamente concebidas as experiências, limitações cognitivas dos sujeitos ou a complexidade das tarefas a desempenhar podem estar na origem da diferença entre os comportamentos maximizadores dos interesses individuais e sociais. A realização de sessões experimentais onde esta possibilidade não fosse dada seria a forma de compararmos os custos de abatimento, e conseqüente eficiência, deste instrumento de política ambiental e concluirmos da pertinência da sua manutenção, ou não. Fazem parte dos nossos planos de investigação futura. Entretanto, mesmo não sendo utilizada da melhor forma possível, sobretudo para efeitos de precaução, a validade intertemporal dos títulos de emissão deve permanecer regra, quando não existe certeza sobre o nível efectivo de abatimento das emissões em cada período.

Tendo definido como objectivo, nos capítulos iniciais, fazer recomendações de política para o EU ETS convém, no entanto, referir que, apesar do nosso desenho experimental ter procurado o maior paralelismo possível com o mesmo, os índices de eficiência e bons níveis de desempenho encontrados nos nossos tratamentos experimentais não nos permitem fazer extrapolações imediatas para aquele mercado. Sem dúvida, ainda que complexo o nosso ambiente laboratorial, a realidade do EU ETS é-o muito mais. A “liberdade” de acção das empresas participantes no EU ETS e os instrumentos colocados à sua disposição permitem comportamentos estratégicos que o nosso desenho experimental, em certa medida, impedia. A não possibilidade de revenda

de títulos comprados no mercado inicial, por exemplo, é uma regra simplificadora e que limita, sem dúvida, eventuais estratégias de especulação no mercado. Estas estratégias, porém, constituem um comportamento não pretendido pelos criadores deste instrumento de política ambiental. Como aliás, em qualquer outro mercado, o resultado último para o qual é criado depende da eficiência da sua regulação. Portanto, podemos considerar as simplificações impostas experimentalmente, que afastam o nosso mercado laboratorial da realidade do EU ETS, como indicações de política para uma efectiva regulação deste mercado. Com *grandfathering* e com leilão, o nosso mercado para transacção de direitos de emissão atingiu o objectivo subjacente à sua criação: a minimização dos custos de abatimento das emissões de CO₂. Para tal contribuiu, nomeadamente, a efectiva escassez de títulos no mercado, no caso do tratamento com *grandfathering*. Não tendo sido garantida na 1ª fase do EU ETS, esta é uma condição que a Comissão Europeia procurou garantir na 2ª fase do mercado, no momento de aprovação dos PNALE, e que para o período pós 2012 está igualmente acautelada com níveis de emissões de CO₂ ainda mais restritivos. Já a impossibilidade de revenda das licenças de emissão no nosso desenho experimental poderia ser traduzida por uma medida de regulação que fixasse tempos mínimos de permanência de títulos de emissão adquiridos no mercado, impedindo-se assim que este fosse palco de estratégias de especulação comuns em tantos outros.

Não podemos deixar de referir, no entanto, a necessidade de contemplar, num próximo passo da nossa investigação, vários outros aspectos deste mercado para transacção de licenças de emissão. Para além da óbvia comparação dos resultados experimentais obtidos com os que resultariam de leilões com regras distintas, coloca-se ainda a questão da periodicidade dos mesmos, por exemplo, a inclusão dos futuros e opções sobre licenças de emissão de CO₂ ou a possibilidade explícita de realização de investimentos em novas tecnologias, menos poluentes. A eficiência energética e os incentivos ao desenvolvimento tecnológico são os principais argumentos da utilização de instrumentos de política ambiental baseados no mercado, como o EU ETS. Porém, como concluímos no capítulo 3, não é linear que esses objectivos sejam efectivamente melhor atingidos com a criação de mercados para a transacção de direitos de emissão. A revisão bibliográfica e reflexão aí incluídas permitem perceber a necessidade de destaque da eficiência dinâmica, e não apenas da estática, no que refere a instrumentos de política ambiental, sobretudo para problemas tão graves como os das alterações

climáticas. Minorar o custo de oportunidade e recursos económicos afectos à resolução dos problemas ambientais passa necessariamente pelo desenvolvimento tecnológico e adopção de tecnologias mais limpas. Este tipo de decisões, com carácter tão irreversível e de longo prazo, sobretudo em sectores como o da energia, são influenciadas por diversos factores, de que as expectativas sobre preços futuros ou a própria regulamentação ambiental são exemplo, como refere Buchner (2007). A disponibilidade de tecnologias mais limpas, ou mais eficientes, não é sinónimo da sua adopção, sendo necessários os incentivos correctos, por parte dos mercados ou das políticas económicas em vigor, para influenciar essa decisão de investimento. Nesse sentido, consideramos que a metodologia experimental pode dar um contributo importante, trazendo para o laboratório esta questão, avaliada teoricamente, por exemplo, por Kennedy e Laplante (1995).

Adicionalmente, um outro ponto para investigação futura consiste em verificar, experimentalmente, se os incentivos ao investimento em novas tecnologias de abatimento se alteram consoante os títulos sejam leiloados ou distribuídos gratuitamente. Keohane (1999) e Requate e Unold (2003), como destacamos no capítulo 3, argumentam não existir qualquer diferença nos incentivos ao investimento proporcionados pelos títulos de emissão leiloados ou distribuídos gratuitamente. Pelo contrário, Malueg (1989), Milliman e Prince (1989) e Junge *et al.* (1996) consideram os primeiros superiores aos segundos. Portanto, a inclusão da possibilidade de investimento em novas tecnologias no nosso desenho experimental com *grandfathering* e com leilão inicial, permitirá contribuir para um maior esclarecimento nesta matéria.

Em suma, apesar de facilmente identificarmos várias formas possíveis de desenvolver o presente trabalho, este permite duas conclusões inequívocas.

A instituição de mercado representada laboratorialmente, ainda que complexa e com uma estrutura de concorrência imperfeita, funciona. O que de imediato deixa em aberto uma questão teórica relativamente à necessidade das hipóteses/condições restritivas de estrutura concorrencial perfeita no modelo de Montgomery (1972).

Por outro lado, confirma-se ser indiferente para a eficiência de mercados para transacção de direitos de emissão, como o que representamos laboratorialmente, a regra de afectação inicial dos mesmos. Para além de termos testado, pela primeira vez, a eficiência do leilão de Ausabel (2004), com informação incompleta, para a afectação de licenças de emissão com validade intertemporal, e possibilidade de transacção num mercado secundário – e concluído que os resultados diferem do previsto.

BIBLIOGRAFIA

Ahlmeim, M.; Schneider, F. (2002), "Allowing for household preferences in emission trading: a contribution to the climate policy debate", *Environmental and Resource Economics* **21**, 317-342.

Aldy, Joseph E.; Barret, Scott; Stavins, Robert N. (2003), "Thirteen plus one: a comparison of global climate policy architectures", *Climate Policy* **3**, 373-397.

Atkinson, S., Tietenberg, T. (1991), "Market failure in incentive-based regulation: The case of emissions trading", *Journal of Environmental Economics and Management*, **21**, 17-31.

Ausabel, Lawrence M., Cramton, Peter (1998), "Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions", *University of Maryland, Working Paper*, 20 March 1998.

Ausabel, Lawrence M., Cramton, Peter C. (1999), "The Optimality of Being Efficient", *Unpublished Paper, University of Maryland*, 18 June 1999.

Ausabel, Lawrence M., Cramton, Peter (2004), "Vickrey auctions with reserve pricing", *Economic Theory* **23**, 493-505.

Ausabel, Lawrence M. (2004), "An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects", *The American Economic Review*, Vol. 94, No.5, 1452-175.

Baldursson, Fridrik M.; von der Fehr, Nils-Henrik M. (2004), "Price volatility and risk exposure: on market-based environmental policy instruments", *Journal of Environmental Economics and Management* **48**, 682-704.

Baron, Richard (1999), "An Assessment of Liability Rules for International GHG Emissions Trading", *International Energy Agency Information Paper, Energy & Environment Division, Paris* (<http://www.iea.org/clim/cop5/pubs/assess.pdf>).

Barrett, Scott; Stavins, Robert (2003), "Increasing Participation and Compliance in International Climate Change Agreements", *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics* **3**, 349-376.

Beavis, B.; Dobbs, I. (1987), "Firm behaviour under regulatory control of stochastic environmental wastes by probabilistic constraints", *Journal of Environmental Economics and Management* **14**, 112-127.

Beavis, B.; Walker, M. (1983a), "Achieving environmental standards with stochastic discharges", *Journal of Environmental Economics and Management* **10**, 103-111.

Beavis, B.; Walker, M. (1983b), "Random wastes, imperfect monitoring and environmental quality standards", *Journal of Public Economics* **21**, 377-387.

Ben-David, S.; D. Brookshire; S. Burness; M. McKee; C. Schmidt (2000), "Attitudes Toward Risk and Compliance in Emission Permit Markets", *Land Economics* **76** (4), 590-600.

Ben-David, Shaul; Brookshire, David S.; Burness, Stuart; McKee, Michael; Schmidt, Christian (1999), "Heterogeneity, Irreversible Production Choices, and Efficiency in Emission Permit Markets", *Journal of Environmental Economics and Management* **38**, 176-194.

Benz, Eva; Ehrhart, Karl-Martin (2007), "The Initial Allocation of CO₂ Emission Allowances: A Theoretical and Experimental Study", *Workshop at Center of Economic Research ETH Zurich*, 26-27 February 2007.

Benz, Matthias; Meier, Stephan (2006), "Do People Behave in Experiments as in the Field? Evidence from Donations", *Federal Reserve Bank of Boston Working Paper No. 06-8*.

Bernard, Alain; Paltsev, Sergey; Reilly, John M.; Vielle, Marc; Viguier, Laurent (2003), "Russia's Role in the Kyoto Protocol", *MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 98*, June 2003.

Biglaiser, G.; Horowitz, J. K.; Quiggin, J. (1995), "Dynamic Pollution Regulation", *Journal of Regulatory Economics* **8**, 33-44.

Binmore, Ken; Klemperer, Paul (2002), "The biggest auction ever: the sale of the British 3G Telecom licences", *The Economic Journal*, **112** (March), C74-C96.

Bjornstad, David J.; Elliot, Steven R.; Hale, Douglas R. (1999), "Understanding Experimental Economics and Policy Analysis in a Federal Agency: the case of marketable emissions trading", *Research in Experimental Economics*, Volume 7, (1999) R. M. Isaac and C. Holt (eds.), Stamford, Conn.: JAI Press, 163-180.

Blok, K.; Höhne, N.; Torvanger, A.; Janzic, R. (2005), *Towards a Post-2012 Climate Change Regime – Final Report*, Contracted by European Commission, DG Environment, Directorate C – Air Quality, Climate Change, Chemicals and Biotechnology.

Blyth, William; Bosi, Martina (2004), "Linking Non-EU Domestic Emissions Trading Schemes with the EU Emissions Trading Scheme", *OECD/ IEA Information Paper*, Paris.

Boemare, Catherine; Quirion, Philippe (2002), "Implementing greenhouse gas trading in Europe: lessons from economic literature and international experiences", *Ecological Economics* **43**, 213-230.

Bohi, Douglas R.; Burtraw, Dallas (1997), "SO₂ Allowance Trading: How Experience and Expectations Measure Up", *Resources for the Future, Discussion Paper* 97-24.

Bohm, P.; Russell, C. F. (1985), "Comparative analysis of alternative policy instruments", in A.V. Kneese and J. L. Sweeney (eds), *Handbook of natural resource and energy economics*, Amsterdam: North-Holland, 395-460.

Bohm, Peter; Carlén, Björn (1999), "Emission quota trade among the few: laboratory evidence of joint implementation among committed countries", *Resource and Energy Economics* **21**, 43-66.

Böhringer, Christoph; Lange, Andreas (2005), “On the design of optimal grandfathering schemes for emission allowances”, *European Economic Review*, **49**, 2041-2055.

Botelho, Anabela; Fernandes, Maria Eduarda; Pinto, Lígia (2009,a), “European Union’s CO₂ emission permits market – an experimental study”, Manuscript for the 5th *International Meeting on Experimental & Behavioral Economics*, Granada - Spain, April 2009.

Botelho, Anabela; Fernandes, Maria Eduarda; Pinto, Lígia (2009,b), “The Ausabel auction in the EU ETS”, Manuscript for the *Economic Science Association – Regional Meeting Europe 2009*, 17-20 September, University of Innsbruck - Austria.

Boyd, J.; Conley, J. (1997), “Fundamental nonconvexities in Arrowian markets and a Coasian solution to the problem of externalities”, *Journal of Economic Theory* **72**, 388-407.

Bygrave, Stephen; Bosi, Martina (2004), “Linking Project-based Mechanisms with Domestic Greenhouse Gas Emissions Trading Schemes”, *OECD/IEA Project for the Annex I Expert Group on the UNFCCC*, Paris, June 2004.

Brown-Kruse, J.; Elliot, S. R.; Godby, R. (1995), “Strategic Manipulation of Pollution Permit Markets: An Experimental Approach”, *McMaster University, Department of Economics, Working Paper*, 95-10.

Buchner, Barbara (2007), “Policy Uncertainty, Investment and Commitment Periods”, *OECD/IEA, Information Paper*, Paris.

Buckley, Neil J. (2004), “Short-Run Implications of Cap-and-Trade versus Baseline-and-Credit Emission Trading Plans: Experimental Evidence”, *McMaster University Department of Economics, Working Paper* 2004-05.

Buckley, Neil J.; Muller, R. Andrew; Mestelman, Stuart (2003), “Long-Run Implications of Alternative Emission Trading Plans: An Experiment with Robot Traders”, *McMaster University Department of Economics, Working Paper* 2003-04.

Buckley, Neil J.; Mestelman, Stuart; Muller, R. Andrew (2005,a), “Baseline-and-Credit Emission Permit Trading: Experimental Evidence Under Variable Output Capacity”, *McMaster University Department of Economics, Working Paper Series, 2005-03*.

Buckley, Neil J.; Mestelman, Stuart; Muller, R. Andrew (2005,b), “Baseline-and-Credit Style Emission Trading Mechanisms: An Experimental Investigation of Economic Inefficiency”, *McMaster University Department of Economics, Working Paper Series, 2005-04*.

Burtraw, Dallas; Palmer, Karen; Bharvirkar, Ranjit; Paul, Anthony (2001), “The Effect of Allowance Allocation on the Cost of Carbon Emission Trading”, *Resources for the Future, Discussion Paper 01-30*.

Campbell, David; Klaes, Matthias (2008), “What Niklas Luhmann might have said of carbon trading”, *SCEME Working Paper No. 24*.

Capoor, Karan; Ambrosi, Philippe (2006), “State and Trends of the Carbon Market 2006”, *International Emissions Trading Association, The World Bank, Washington DC, May 2006*.

Capoor, Karan; Ambrosi, Philippe (2008), “State and Trends of the Carbon Market 2008”, *International Emissions Trading Association, The World Bank, Washington DC, May 2008*.

Capozza, Ivana (2003), “A Dynamic Game of Technology Diffusion under an Emission Trading Regulation: A Pilot Experiment”, *SERIES (Southern Europe Research in Economic Studies) N.8*.

Capros, P.; Mantzos, L. (2000), “The Economic Effects of EU-Wide Industry-Level Emission Trading to Reduce Greenhouse Gases – Results from PRIMES Energy Systems Model”, *Institute of Communication and Computer Systems of National Technical University of Athens, May 2000*.

Carlén, Björn (2002), "Exclusionary Manipulation of Carbon Permit Markets: A Laboratory Test", *MIT Joint Program Report No. 91*, November 2002.

Carlén, Björn (2003), "Market Power in International Carbon Emissions Trading: A Laboratory Test", *MIT Joint Program Report No. 96*, January 2003.

Carlson, D; Sholtz, A. (1994), "Designing pollution market instruments: cases of uncertainty", *Contemporary Economics Policy*, **12** (4), 114-125.

Carraro, C.; Siniscalco, D. (1994), "Environmental policy reconsidered: The role of technological innovation", *European Economic Review* **38**, 545-554.

Cason, Timothy N. (1993), "Seller Incentive Properties of EPA's Emission Trading Auction", *Journal of Environmental Economics and Management* **25**, 177-195.

Cason, Timothy N. (1995), "An Experimental Investigation of the Seller Incentives in EPA's Emission Trading Auction", *The American Economic Review* **85** (4), 905-922.

Cason, Timothy (2003), "Buyer Liability and Voluntary Inspections in International Greenhouse Gas Emissions Trading: A Laboratory Study", *Environmental and Resource Economics* **25**, 101-127.

Cason, Timothy N.; Charles R. Plott (1996), "EPA's new emissions trading mechanism: a laboratory evaluation", *Journal of Environmental Economics and Management* **30** (2), 133-160.

Cason, Timothy N.; Gangadharan, Lata (1998), "An Experimental Study of Electronic Bulletin Board Trading for Emission Permits", *Journal of Regulatory Economics* **14**, 55-73.

Cason, Timothy N.; Elliot, Steven R.; Van Boening, Mark R. (1999), "Speculation in experimental markets for emission permits", *Research in Experimental Economics*, Volume 7, (1999) R. M. Isaac and C. Holt (eds.), Stamford, Conn.: JAI Press, 93-119.

Cason, Timothy; Gangadharan, Lata and Duke, Charlotte (2003), "Market Power in Tradable Emission Markets: A Laboratory Testbed for Emission Trading in Port Phillip Bay, Victoria", *Ecological Economics* **46** (3), 469-491.

Cason, Timothy; Gangadharan, Lata (2003), "Transaction Costs in Tradable Permit Markets: An Experimental Study of Pollution Market Designs", *Journal of Regulatory Economics* **23**, 145-165.

Cason, Timothy N.; Gangadharan, Lata (2006), "Emissions Variability in Tradable Permit Markets with Imperfect Enforcement and Banking", *Journal of Economic Behavior and Organization*, **61** (2), 199-216.

Chapman, Duane (2000), *Environmental Economics – Theory, Application, and Policy*, Addison Wesley Longman, Inc.

Chavez, Carlos A.; Stranlund, John K. (2003), "Enforcing Transferable Permit Systems in the Presence of Market Power", *Environmental and Resource Economics* **25**, 65-78.

Cline, William R. (1992), *The Economics of Global Warming*, Institute for International Economics, Washington, DC.

Coase, Ronald Harry (1960), "The Problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics* Vol. **3**(1), 1-44.

Coase, Ronald Harry (1988), "The Firm, the Market and the Law", Chicago: Chicago University Press.

Coggins, Jay S.; Smith, Vincent H. (1993), "Some Welfare Effects of Emission Allowance Trading in a Twice-Regulated Industry", *Journal of Environmental Economics and Management*, **25**, 275-297.

Coggins, J.S.; Swinton, J.R. (1996), "The Price of Pollution: A Dual Approach to Valuing SO₂ Allowances", *Journal of Environmental Economics and Management* **30**, 58-72.

Collinge, A. W.; Oates, W.E. (1982), “Efficiency in pollution control in the short and the long run: a system of rental emissions permits”, *Canadian Journal of Economics* **15** (2), 346-354.

COM(1999)230, *A preparação para a implementação do Protocolo de Quioto*, Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento, 19 de Maio de 1999.

COM(2000) 87 final, “Livro Verde sobre a transacção de direitos de emissão de gases com efeitos de estufa na União Europeia”, Bruxelas, 8.3.2000.

COM(2000)1 final, “COMUNICAÇÃO DA COMISSÃO relativa ao princípio da precaução”, Bruxelas, 2.2.2000.

COM(2008) 16 final, “Proposta de DIRECTIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO que altera a Directiva 2003/87/CE a fim de melhorar e alargar o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa da Comunidade”, Bruxelas, 23.1.2008.

COM(2008) 17 final, “Proposta de DECISÃO DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativa aos esforços a realizar pelos Estados-Membros para redução das suas emissões de gases com efeito de estufa a fim de respeitar os compromissos de redução das emissões de gases com efeito de estufa da Comunidade até 2020”, Bruxelas, 23.1.2008.

Comissão Europeia (2003), “DIRECTIVA 2003/87/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 13 de Outubro de 2003 relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade e que altera a Directiva 96/61/CE do Conselho” *Jornal oficial da União Europeia*, L 275/32, 25.10.2003.

Comissão Europeia (2004), “DIRECTIVA 2004/101/CE DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO, de 27 de Outubro de 2004, que altera a Directiva 2003/87/CE relativa à criação de um regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa na Comunidade, no que diz respeito aos mecanismos

baseados em projectos do Protocolo de Quioto” *Jornal oficial da União Europeia, L 338/18, 13.11.2004.*

Convery, Frank J.; Redmond, Luke (2007), “Market and Price Developments in the European Union Emissions Trading Scheme”, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 1 (1), 88-111.

Cramton, P.; Kerr, S. (2002), “Tradable Carbon Permit Auctions: How and Why to Auction Not Grandfather”, *Energy Policy* 30, 333-345.

Criqui, P.; Kitous, A. (2003), "Kyoto Protocol Implementation: (KPI) Technical Report: Impacts of Linking JI and CDM Credits to the European Emissions Allowance Trading Scheme”, *CNRS-IEPE and ENERDATA S.A. for Directorate General Environment.*

Crocker, T.D. (1966), “The structuring of Atmospheric Pollution Control Systems”, in *The Economics of Air Pollution*, Harold Wolozin ed.; W.W. Norton & Company, Inc., New York, 61-86.

Cronshaw, M. B.; Brown-Kruse, J. (1999a), “An experimental analysis of emission permits with banking and the Clean Air Act Amendments of 1990”, *Research in Experimental Economics*, Volume 7, (1999) R. M. Isaac and C. Holt (eds.), Stamford, Conn.: JAI Press, 1-24.

Cronshaw, M. B.; Brown-Kruse, J. (1999b), “Temporal Properties of a Market for Emission Permits with Banking”, *Research in Experimental Economics*, Volume 7, (1999) R. M. Isaac and C. Holt (eds.), Stamford, Conn.: JAI Press, 181-203.

Cropper, M.; Oates, W. O. (1992), “Environmental Economics: A Survey”, *Journal of Economics Literature*, 675-740.

Dales, J. (1968), *Pollution, Property and Prices*, University Press, Toronto.

Davis, D.D.; Williams, A.W. (1991), “The Hayek hypothesis in experimental auction: institutional effects and market power”, *Economic Inquiry* 29, 261-274.

Davis, Douglas D.; Holt, Charles A. (1993), *Experimental Economics*, Princeton University Press, New Jersey.

Decisão 2004/156/CE, “DECISÃO DA COMISSÃO de 20 de Janeiro de 2004 que estabelece orientações para a monitorização e a comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa, nos termos da Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho”, *Jornal Oficial da União Europeia*, 22.2.2004, L 59/1 a L 59/74.

Decisão 2007/589/CE, “DECISÃO DA COMISSÃO de 18 de Julho de 2007 que estabelece orientações para a monitorização e a comunicação de informações relativas às emissões de gases com efeito de estufa, nos termos da Directiva 2003/87/CE do Parlamento Europeu e do Conselho”, *Jornal Oficial da União Europeia*, 31.8.2007, L 229/1 a L 229/85.

Deweese, Donald N. (2001), “Emissions Trading: ERCs or Allowances?”, *Land Economics*, 77 (4), 513-526.

Dowlatabadi, Hadi (1998), “Sensitivity of climate change mitigation estimates to assumptions about technical change”, *Energy Economics* 20 (5-6), 473-493.

Downing, P.B.; White, L.J. (1986), “Innovation in pollution control”, *Journal of Environmental Economics and Management* 13, pgs. 18-29.

Ellerman, A. Denny; Buchner, Barbara K. (2007), “The European Union Emissions Trading Scheme: Origins, Allocation, and Early Results”, *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. 1 (1), 66-87.

Engelmann, Dirk; Grimm, Veronika (2004), “Bidding Behavior in Multi-Unit Auctions – An Experimental Investigation and some Theoretical Insights”, *Center for Economic Research and Graduate Education - Economic Institute, Prague, Working Paper 210*.

European Environment Agency (2006), “Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2006”, *EEA Report, No.9/2006*.

European Environment Agency (2008), “Application of the Emissions Trading Directive by EU Member States – reporting year 2007”, *EEA Technical Report No. 3/2008*.

European Environment Agency (2008), “Impacts of Europe’s changing climate – 2008 indicator-based assessment”, *EEA Report No. 4/2008*.

Eyckmans, Johan; Cornillie, Jan; Van Regemorter, Denise (2000), “Efficiency and Equity in the EU Burden Sharing Agreement”, *CES Katholieke Universiteit Leuven, Working Paper 2000-02*, Revised June 2002.

Feng, Hongli; Zhao, Jinhua (2006), “Alternative intertemporal permit trading regimes with stochastic abatement costs”, *Resource and Energy Economics* **28**, 24-40.

Fernandes, Maria Eduarda (2005), “Emissions Trading Market: From the Theoretical Ideal to the Cumbersome Reality”, *Iª Conferência Luso Espanhola de Gestão e Contabilidade Ambiental (GECAMB)*, Leiria, Portugal.

Fernandes, Maria Eduarda; Pinto, Lígia; Botelho, Anabela (2006), “Do emission permits markets’ original advantages still hold?”, *Third World Congress of Environmental and Resource Economists*. Kyoto, Japan, July 3-7, 2006.

Field, Barry C.; Field, Martha K. (2002), “Environmental Economics: An Introduction”, New York, McGraw-Hill Irwin.

Fischbacher, Urs (1999), “z-Tree. Toolbox for Readymade Economic Experiments”, *IEW Working paper 21*, University of Zurich.

Fischbacher, Urs (2007), “z-Tree. Zurich Toolbox for Ready-made Economic Experiments”, *Experimental Economics*, Vol. **10**(2), 171-178.

Fischer, Carolyn (2003), “Combining rate-based and cap-and-trade emissions policies”, *Climate Policy* **3**S2, S89-S103.

Fischer, Carolyn; Parry, Ian W. H.; Pizer, William A. (2003), "Instrument choice for environmental protection when technological innovation is endogenous", *Journal of Environmental Economics and Management* **45** (3), 523-545.

Foster, V.; Hahn, R. W. (1995), "Designing More Efficient Markets: Lessons from Los Angeles Smog Control", *Journal of Law and Economics* **38**, 19-48.

Franciosi, R.; Isaac, R. Mark; Pingry, David E.; Reynolds, Stanley S. (1993), "An Experimental Investigation of the Hahn-Noll Revenue Neutral Auction for Emissions Licenses", *Journal of Environmental Economics and Management* **24**, 1-24.

Franciosi, R.; Isaac, R. Mark; Reynolds, Stanley S. (1999), "Experimental research on the EPA's "two-tier" system for marketable emissions permits", *Research in Experimental Economics*, Volume 7, (1999) R. M. Isaac and C. Holt (eds.), Stamford, Conn.: JAI Press, 25-44.

Fullerton, Don; Metcalf, Gilbert E. (2002), "Cap and trade policies in the presence of monopoly and distortionary taxation", *Resource and Energy Economics* **24**, 327-347.

Gangadharan, Lata; Farrel, Alex; Croson, Rachel (2005), "Investment Decisions and Emissions Reductions: Results from Experiments in Emissions Trading", *University of Melbourne, Department of Economics, Research Paper No. 942*.

Godal, Odd; Klaassen, Ger (2006), "Carbon trading across sources and periods constrained by the Marrakesh Accords", *Journal of Environmental Economics and Management*, **51** (3), 308-322.

Godby, Robert William (1996), "An Experimental Economic Examination of Market Power in Emission Permit Markets", *Doctor of Philosophy Thesis at McMaster University*. Hamilton, Canada.

Godby, Robert William (1999), "Market Power in Emission Permit Double Auctions", in *Research in Experimental Economics*, R. M. Isaac and C. Holt (editors), Volume 7, Greenwich, CN: JAI Press, 121-162.

Godby, Robert William (2000), "Market Power and Emission Trading: Theory and Laboratory Results", *Pacific economic Review*, **5**, 349-364.

Godby, Robert William; Mestelman, Stuart; Muller, R. Andrew; Welland, J. Douglas (1997), "Emissions Trading with Shares and Coupons when Control over Discharges is Uncertain", *Journal of Environmental Economics and Management* **32**, (2), 359-381.

Godby, Robert William; Mestelman, Stuart; Muller, R. Andrew (1999), "Experimental Tests of Market Power in Emission Trading Markets", in *Environmental Regulation and Market Structure*, Emmanuel Petrakis, Eftichios Sartzetakis, Anastasios Xepapadeas (editors), Cheltenham, United Kingdom: Edward Elgar Publishing.

Golombek, Rolf; Hoel, Michael (2004), "Climate Agreements and Technology Policy", *Nota di Lavoro 90.2004*, Fondazione Eni Enrico Mattei.

Golombek, Rolf; Hoel, Michael (2006), "Endogenous Technology and Tradable Emission Quotas", *Nota di Lavoro 42.2006*, Fondazione Eni Enrico Mattei.

Goulder, Lawrence H.; Parry, Ian W. H.; Burtraw, Dallas (1997), "Revenue-Raising vs. Other Approaches to Environmental Protection: The Critical Significance of Pre-Existing Tax Distortions", *RAND Journal of Economics* **28** (4), 708-731.

Goulder, Laurence H.; Schneider, Stephen H. (1999), "Induced technological change and the attractiveness of CO₂ abatement policies", *Resource and Energy Economics* **21**(2-3), 211-253.

Goulder, L. H.; Mathai, K. (2000), "Optimal CO₂ Abatement in the Presence of Induced Technological Change", *Journal of Environmental Economics and Management* **39**, 1-38.

Grubb, Michael; Neuhoff, Karsten (2006), "Allocation and competitiveness in the EU emissions trading scheme: policy overview", *Climate Policy* **6**, 7-30.

Hagem, Cathrine; Westskog, Hege (1998) "The Design of a Dynamic Tradeable Quota System under Market Imperfections", *Journal of Environmental Economics and Management* **36**, 89-107.

Hahn, R. W. (1984), "Market power and transferable property rights", *Quarterly Journal Economics* **99**, 753-765.

Hahn, R. W. (1989), "Economic Prescriptions for Environmental Problems: How the Patient Followed the Doctor's Orders", *Journal of Economic Perspectives* **3** (2), 95-114.

Hahn, R. W.; Noll, R. (1982), "Designing a market for tradable emissions permits", in *Reform of Environmental Regulation* (edited by W. A. Magat), Cambridge, MA: Ballinger, 119 -146.

Hahn, Robert; Olmstead, Sheila M.; Stavins, Robert N. (2003), "Environmental Regulation in the 1990's: A Retrospective Analysis", *Harvard Environmental Law Review*, **27**, 377-415.

Harrington, W. (1988), "Enforcement Leverage When Penalties are Restricted", *Journal of Public Economics* **37**, 29-53.

Harrison, Glenn W.; Johnson, Eric; McInnes, Melayne M.; Rutström, E. Elisabet (2005), "Risk Aversion and Incentive Effects: Comment", *The American Economic Review*, Vol. **95**, No.3, 897-901.

Hennessy, David A.; Roosen, Jutta (1999), "Stochastic Pollution, Permits, and Merger Incentives", *Journal of Environmental Economics and Management* **37**, 211-232.

Hepburn, Cameron; Grubb, Michael; Neuhoff, Karsten; Felix, Matthes; Tse, Maximilien (2006), "Auctioning of EU ETS Phase II allowances: how and why?" *Climate Policy* **6**, 137-160.

Hofmann, Yvonne (2006), "Auctioning of CO₂ Emission allowances in the EU ETS – Report under the project "Review of EU Emissions Trading Scheme"", *Assigned by the European Commission, Directorate General for Environment, Ecofys*.

Holt, Charles A. (1995), "Industrial Organization: A Survey of Laboratory Research", in *The Handbook of Experimental Economics*, Kagel, John H. and Roth, Alvin E. editors, Princeton University Press, New Jersey, 349 – 443.

Holt, Charles (2006), "Auctions and Auctioneering: Public Policy Applications", *Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) Workshop*, New York City, July 2006.

Holt, Charles; Laury, Susan K. (2002), "Risk Aversion and Incentive Effects", *The American Economic Review*, Vol. **92**, No.5, 1644–1655.

Holt, Charles; Laury, Susan K. (2005), "Risk Aversion and Incentive Effects: New Data without Order Effects", *The American Economic Review*, Vol. 95, No.3, 902–904.

Holt, Charles A.; Langan, Lorin; Villamil, Anne (1986), "Market power in oral double auctions" *Economic Inquiry* **24**, 107-123.

Holt, Charles; Shobe, William; Burtraw, Dallas; Palmer, Karen; Goeree, Jacob (2007), "Auction Design for Selling CO₂ Emission Allowances Under the Regional Greenhouse Gas Initiative", *Final Report for RGGI*, October 26, 2007.

Innes, R. (2003), "Stochastic pollution, costly sanctions, and optimality of emission permit banking", *Journal of Environmental Economics and Management*, **45**, 546-568.

Insley, Margaret C. (2003), "On the option to invest in pollution control under a regime of tradable emissions allowances", *Canadian Journal of Economics* **36** (4), 860-883.

IPCC (2007). "Climate Change 2007: *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*" [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A.(eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Jacoby, Henry D.; Ellerman, A. Denny (2004), "The safety valve and climate policy", *Energy Policy* **32** (4), 481-491.

Jaffe, Adam B.; Newell, Richard G.; Stavins, Robert N. (2002), "Environmental Policy and Technological Change", *Environmental and Resource Economics* **22**, 41-69.

Joskow, Paul L.; Schmalensee, Richard; Bailey, Elizabeth (1998), "The Market for Sulfur Dioxide Emissions", *The American Economic Review*, **88** (4), 669-685.

Jung, Chulho; Krutilla, Kerry; Boyd, Roy (1996), "Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at the Industry Level: An Evaluation of Policy Alternatives", *Journal of Environmental Economics and Management* **30**, 95-111.

Kagel, John H.; Roth, Alvin E. (1995), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press, New Jersey.

Kagel, John H., Levin, Dan (2001), "Behavior in Multi-Unit Demand Auctions: Experiments with Uniform Price and Dynamic Vickrey Auctions", *Econometrica* **69** (2), 413-454.

Kagel, John H., Levin, Dan (2009), "Implementing Efficient Multi-Object Auction Institutions: An Experimental Study of the Performance of Boundedly Rational Agents", *Games and Economic Behavior*, **66** (1), May 2009, 221-237.

Keeler, Andrew G. (1991), "Noncompliant Firms in Transferable Discharge Permit Markets: Some Extensions", *Journal of Environmental Economics and Management* **21**, 180-189.

Kempf, Claudia (2004), "Induced Technological Change in a Multi-regional, Multi-sectoral Integrated Assessment Model (WIAGEM) - Impact Assessment of Climate Policy Strategies", *Discussion Paper 435, DIW Berlin, German Institute for Economic Research*.

Kempf, Claudia; Kohlhaas, Michael; Truong, Truong; Protsenko, Artem (2005), "The Environmental and Economic Effects of European Emissions Trading", *Discussion Paper 533, DIW Berlin, German Institute for Economic Research*.

Kennedy, Peter W., Laplante, Benoit (1995), "Equilibrium Incentives for Adopting Cleaner Technology Under Emissions Pricing", *Policy Research Working Paper 1491, The World Bank Policy Research Department – Environment, Infrastructure and Environment Division*.

Keohane, N. O.; Revesz, R. L.; Stavins, R.N. (1998), "The choice of regulatory instruments in environmental policy", *Harvard Environmental Law Review* **22** (2), 313-367.

Keohane, N. O. (1999), "Policy Instruments and the Diffusion of Pollution Abatement Technology", *Working Paper, July 1999, Harvard University*.

Kets, Willemien; Verweij, Gerard (2005), Non-CO₂ Greenhouse gases – All gases count", *CBP Discussion Paper, No. 44, April 2005*.

Kettner, Claudia; Köppl, Angela; Schleicher, Stefan P.; Thenius, Gregor (2007), "Stringency and Distribution in the EU Emissions Trading Scheme – The 2005 Evidence", *Nota di Lavoro 22.2007, Fondazione Eni Enrico Mattei*.

Klemperer, Paul (1999), "Auction Theory: A Guide to the Literature", *Journal of Economic Surveys*, Vol. **13** (3), July 1999, 227-286.

Klemperer, Paul (2001), "Why Every Economist Should Learn Some Auction Theory", *CEPR Discussion Papers, N° 2572*.

Klemperer, Paul (2002), "What really matters in auction design", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. **16** (1), 169-189.

Klepper, Gernot; Peterson, Sonja (2004), "The EU Emissions Trading Scheme Allowance Prices, Trade Flows, Competitiveness Effects", *Nota di Lavoro 49.2004*, Fondazione Eni Enrico Mattei.

Kling, C.; Rubin, J. (1997), "Bankable permits for the control of environmental pollution", *Journal of Public Economics* **64**, 101-115.

Kling, C.; J. Zhao (2000), "On the Long-Run Efficiency of Auctioned vs. Free Permits", *Economics Letters* **69**, 235-238.

Kruger, Joseph; Pizer, William A. (2004), "The EU Emissions Trading Directive: Opportunities and Potential Pitfalls", *Discussion Paper 04-24, Resources for the Future*.

Kruger, Joseph; Oates, Wallace E.; Pizer, William A. (2007), "Decentralization in the EU Emissions Trading Scheme and Lessons for Global Policy", *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol. **1** (1), 112-133.

Krysiak, Frank C. (2006), "Prices vs. Quantities: The Long-Run Effects on Technology Choice", *Third World Congress of Environmental and Resource Economists*. Kyoto, Japan, July 3-7, 2006.

Kusakawa, Takao; Saijo, Tatsuyoshi (2002), "Emissions Trading Experiments: Investment Uncertainty and Liability", *Discussion Paper 87, Center for Intergenerational Studies, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University*.

Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, United Nations, December 10, 1997.

Laffont, J.-J. (1977), "More on Prices vs. Quantities", *Review of Economic Studies* **44**, 177-182.

Laffont, J.-J.; Tirole, J. (1994), "Environmental policy, compliance and innovation", *European Economic Review* **38**, 555-562.

Laffont, Jean-Jacques; Tirole, Jean (1996a), "Pollution permits and compliance strategies", *Journal of Public Economics* **62**, 85-125.

Laffont, Jean-Jacques; Tirole, Jean (1996b), "Pollution permits and environmental innovation", *Journal of Public Economics* **62**, 127-140.

Ledyard, J. O.; Szakaly-Moore, K. (1994), "Designing Organizations for Trading Pollution Rights", *Journal of Economic Behaviour and Organization*, **25**, 167- 196.

Lee, Jungmin; Deck, Cary; Reyes, Javier; Rosen, Chris (2008), "Measuring Risk Attitudes Controlling for Personality Traits," *Working Papers 0801, Florida International University, Department of Economics*.

Leiby, P.; Rubin, J. (2001), "Intertemporal Permit Trading for the Control of Greenhouse Gas Emissions", *Environmental and Resource Economics* **19**, 229-256.

List, John A.; Lucking-Reiley, David (2000), "Demand Reduction in Multiunit Auctions: Evidence from a Sportscard Field Experiment", *The American Economic Review*, Vol. **90** (4), 961-972.

Magat, W. A. (1978), "Pollution Control and Technological Advance: A Dynamic Model of the Firm", *Journal of Environmental Economics and Management* **5**, 1-25.

Magat, W. A. (1979), "The Effects of Environmental Regulation on Innovation", *Law and Contemporary Problems* **43**, 3-25.

Malik, Arun S. (1990), "Markets for pollution control when firms are noncompliant", *Journal of Environmental Economics and Management* **18**, 97-106.

Malik, Arun S. (2002), "Further Results on Permit Markets with Market Power and Cheating", *Journal of Environmental Economics and Management* **44**, 371-390.

Maloney, M. T.; Yandle, B. (1984), "Estimation of the Costs of Air Pollution Control Regulation", *Journal of Environmental Economics and Management* **11**, 244-263.

Malueg, D. A. (1989), "Emission credit trading and the incentive to adopt new pollution abatement technology", *Journal of Environmental Economics and Management* **16**, 52-57.

Malueg, D.A. (1990), "Welfare Consequences of Emission Credit Trading Programs", *Journal of Environmental Economics and Management* **18**, 66-77.

Mandell, Svante (2004a), "Optimal Mix of Price and Quantity Regulation under Uncertainty", *Research Paper in Economics, 2004:12. Stockholm University, Department of Economics.*

Mandell, Svante (2004b), "A Generalized Hybrid Approach to Controlling Emissions", *Research Paper in Economics, 2004:17. Stockholm University, Department of Economics.*

Manelli, Alejandro M.; Sefton, Martin; Wilner, Benjamin S. (2006), "Multi-unit auctions: A comparison of static and dynamic mechanisms", *Journal of Economic Behavior & Organization* Vol. **61**, 304-323.

Manne, Alan; Richels, Richard (2004), "The impact of learning-by-doing on the timing and costs of CO₂ abatement", *Energy Economics* **26**, 603-619.

Marin, A. (1991), "Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control: Comment", *Journal of Environmental Economics and Management* **21**, 297-300.

McAfee, R. Peterson; McMillan, John (1987), "Auctions and Bidding", *Journal of Economic Literature*, **25** (2), 699-738.

Mccann, Richard J. (1996), "Environmental Commodities Markets: "Messy" versus "Ideal" Worlds", *Contemporary Economic Policy*, **XIV**, 85-97.

McKelvey, R; Zavoina, W. (1975) "A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables", *Journal of Mathematical Sociology*, **4**, 103-120.

Mendelson, R.; Nordhaus, W. D.; and Shaw (1994), “The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis” *The American Economic Review* **84**, 753-771.

Mestelman, Stuart (2000), “Environmental Policy: Lessons from the Laboratory”, *Manuscript, McMaster University*.

Mestelman, S.; Moir, Rob; Muller, R.A (1999), “A laboratory test of a Canadian proposal for an emissions trading program”, in *Research in Experimental Economics* **7**, (Emissions Permit Experiments) Charles A. Holt and R.Mark Isaac (editors). Greenwich, Connecticut: JAI Press, 45-91.

Milgrom, Paul R. (1987), “Auction Theory”, in T.F. Bewley, ed., *Advances in economic theory: Fifth world congress; Econometric Society monographs series, No.12*. Cambridge: Cambridge University Press, 1-32.

Milgrom, Paul R.; Weber, Robert J. (1982), “A Theory of Auctions and Competitive Bidding”, *Econometrica*, **50** (5), 1089-1122.

Miller, Gary J.; Plott, Charles R. (1985), Revenue-Generating Properties of Sealed-Bid Auctions: An Experimental Analysis of One-Price and Discriminative Processes”, in *Research in Experimental Economics* (V. L. Smith, editor), Vol. **3**. 159-181, JAI Press, Greenwich, CT.

Milliman, Scott R.; Prince, Raymond (1989), “Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control”, *Journal of Environmental Economics and Management* **17**, 247-265.

Misiolek, W.S.; Elder, H.W. (1989), “Exclusionary Manipulation of Markets for Pollution Rights”, *Journal of Environmental Economics and Management* **16**, 156-166.

Mochón, Asunción; Quintana, David; Sáez, Yago; Isasi, Pedro (2005), “Analysis of Ausabel Auctions by Means of Evolutionary Computation”, *The 2005 Congress on Evolutionary Computation*, Vol.**3**, Issue 2-5, 2645-2652.

Montero, Juan-Pablo (1997), "Marketable pollution permits with uncertainty and transaction costs", *Resource and Energy Economics*, **20**, 27-50.

Montero, Juan-Pablo (2002), "Permits, Standards, and Technology Innovation", *Journal of Environmental Economics and Management* **44**, 23-44.

Montero, Juan-Pablo (2006), "A simple auction mechanism for the optimal allocation of the commons", *Center for the Energy and Environmental Policy Research, Working Paper 06-008*.

Montgomery, D. (1972), "Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs", *Journal of Economic Theory* **5**, 395-418.

Muller, R. Andrew (1999), "Emissions Trading without a Quantity Constraint", *McMaster University, Department of Economics, Working Paper 1999-13*.

Muller, R. Andrew and Mestelman, Stuart (1994), "Emission Trading with Shares and Coupons: A Laboratory Experiment", *The Energy Journal*, **15** (2), 185-211.

Muller, R. Andrew and Mestelman, Stuart (1998), "What have we learned from emissions trading experiments?", *Managerial and Decision Economics* **19** (4-5), 225-238.

Muller, R. Andrew; Mestelman, Stuart; Spraggon, John; Godby, Robert (1999) "Can auctions control market power in emissions trading markets?" *McMaster University, Department of Economics, Working Paper 1999-12*.

Muller, R. Andrew; Mestelman, Stuart; Spraggon, John; Godby, Robert (2002) "Can Double Auctions Control Monopoly and Monopsony Power in Emissions Trading Markets?", *Journal of Environmental Economics and Management*, **44** (1), 70- 92.

Mullins, Fiona (1999), "International Emissions Trading Under the Kyoto Protocol", *OECD Information Paper, ENV/ EPOC(99) 18 FINAL*, Paris.

Murphy, James J.; Stranlund, John (2005), "A laboratory Investigation of Compliance Behavior under Tradable Emissions Rights: Implications for Targeted Enforcement", *University of Massachusetts Amherst, Department of Resource Economics, Working Paper No. 2005-1*.

Murphy, James J.; Stranlund, John K. (2006), "Direct and market effects of enforcing emissions trading programs: An experimental analysis", *Journal of Economic Behavior and Organization* **61** (2), 217-233.

Neuhoff, Karsten; Grubb, Michael; Keats, Kim (2005), "Impact of the allowance allocation on prices and efficiency", *Working Paper CWPE 0552 and EPRG 08*. November 2005.

Neuhoff, Karsten; Matthes, Felix Chr. (coordinating authors); Betz, Regina; Dröge, Susanne; Johnston, Angus; Kudelko, Mariusz; Löschel, Andreas; Monjon, Stéphanie; Mohr, Lennart; Sato, Misato; Suwala, Wojciech (contributing authors) (2008), "The Role of Auctions for Emissions Trading", *Climate Strategies*. October 6, 2008.

Newell, Richard G.; Pizer, William A. (2003), "Regulating stock externalities under uncertainty", *Journal of Environmental Economics and Management* **45**, 416-432.

Newell, Richard G., Stavins, Robert N. (2003), "Cost Heterogeneity and the Potential Savings from Market-Based Policies", *Journal of Regulatory Economics* **23** (1), 43-59.

Nicklisch, Andreas; Zucchini, Leon (2005), "Dynamic Efficiency of Emission Trading Markets: An Experimental Study", *Paper on Strategic Interaction 2005-07, Max Planck Institute of Economics*.

Oates, W. E. (1995), "Green Taxes: Can we protect the environment and improve the tax system at the same time?" *Southern Economic Journal* **61**, 915-922.

Parry, I.W.H. (1997), "Environmental taxes and quotas in the presence of distorting taxes in factor markets", *Resource and Energy Economics* **19**, 203-220.

Parry, I. W. H. (1998), "Pollution Regulation and the Efficiency Gains from Technological Innovation", *Journal of Regulatory Economics* **14**, 229-254.

Parry, I.W.H.; Williams III, R.C.; Goulder, L.H. (1999), "When can carbon abatement policies increase welfare? The fundamental role of distorted factor markets", *Journal of Environmental Economics and Management* **37**, 52-84.

Peterson, Sonja (2006), "Efficient Abatement in Separated Carbon Markets: A Theoretical and Quantitative Analysis of the EU Emissions Trading Scheme", *Kieler Working Paper No. 1271*.

Phaneuf, Daniel J.; Requate, Till (2002), "Incentives for Investment in Advanced Pollution Abatement Technology in Emission Permit Markets with Banking", *Environmental and Resource Economics* **22**, 369-390.

Pizer, William A. (1997), "Prices vs. Quantities Revisited: The Case of Climate Change", *Resources For the Future, Discussion Paper 98-02*. October 1997.

Plott, Charles R. (1983), "Externalities and corrective policies in experimental markets", *Economic Journal* **93**, 106-127.

Plott, Charles R. (1989), "An updated review of industrial organization: Applications of experimental methods" in *Handbook of industrial organization, vol. II*, R. Schmalensee and R.D. Willig, editors, Amsterdam: North Holland, 1109-1176.

Porter, David (1993), "Appendix 1" in *An Analysis and Recommendation for the Terms of the RECLAIM Trading Credit*, Pacific Stock Exchange Incorporated, San Francisco, California.

Pratlong, Florent (2004), "International Competitiveness and Strategic Distribution of Emission Permits", *Spanish/ Portuguese Association of Environmental and Natural Resource Economists (AERNA) Conference*. Vigo, Spain, June 18-19, 2004.

Quirion, Philippe (2002), "Complying with the Kyoto Protocol under uncertainty: Taxes or tradable permits?", *2nd World Congress of Environmental and Resource Economists*. Monterrey, 23-27 June 2002.

Raymond, L. (2003), "Private Rights in Public Resources: Equity and Property Allocation in Market-Based Environmental Policy", Washington, DC: Resources For the Future Press.

Reinaud, Julia (2005), "Industrial Competitiveness under the European Union Emissions Trading Scheme", *International Energy Agency Information Paper*, February 2005.

Reinaud, Julia; Philibert, Cédric (2007), "Emissions Trading: Trends and Prospects", *OECD/ IEA, Information Paper*, December 2007, Paris.

Requate, T. (1998), "Incentives to Innovate under Emission Taxes and Tradeable Permits", *European Journal of Political Economy* **14**, 139-165.

Requate, Till; Unold, Wolfram (2003), "Environmental policy incentives to adopt advanced abatement technology: Will the true ranking please stand up?", *European Economic Review* **47**, 125-146.

Roberts, M. J.; Spence, M. (1976), "Effluent charges and licences under uncertainty", *Journal of Public Economics* **5** (3,4), 193-208.

Rosenzweig, C.; Parry, M. L. (1994), "Potential Impact of Climate Change on World Food Supply", *Nature* **367**, 133-138.

Roth, Alvin E. (1988), "Laboratory Experimentation in Economics. A Methodological Overview", *Economic Journal*, **98** (393), 974-1031.

Roth, Alvin E. (1995), "Introduction to Experimental Economics", in *The Handbook of Experimental Economics*, Kagel, John H. and Roth, Alvin E. editors, Princeton University Press, New Jersey, 3 – 109.

Rousse, Olivier; Sevi, Benoît (2006), “Banking Behavior Under Uncertainty: Evidence from the US Sulfur Dioxide Emissions Allowance Trading Program”, *CREDEN Cahiers de Recherche N° 06.02.63*.

Rousse, Olivier (2008), “Should the regulator allow citizens to participate in tradable permits markets?”, *CREDEN Cahiers de Recherche N° 08.03.75*.

Rubin, Jonathan D. (1996), “A Model of Intertemporal Emission Trading, Banking and Borrowing”, *Journal of Environmental Economics and Management* **31**, 269-286.

Santos, Ana (2007), “The “Materials” of Experimental Economics: technological versus behavioural experiments”, *Journal of Economic Methodology*, **14** (3), 311-337.

Sartzetakis, Eftichios Sophocles (1997), “Tradeable Emission Permits Regulations in the Presence of Imperfectly Competitive Product Markets: Welfare Implications”, *Environmental and Resource Economics* **9**, 65-81.

Sbriglia, Patrizia; O’Higgins, Niall (1996), “Collusion and Market Power in Experimental Auction Markets”, *Economic Notes* **3**, 541-572.

Schmalensee, Richard; Joskow, P.L.; Ellerman, D.A.; Montero, J.P.; Bailey, E.M. (1998), “An Interim Evaluation of Sulphur Dioxide Emissions Trading”, *Journal of Economic Perspectives* **12**(3), 53-68.

Schumpeter, Josef (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, New York: Harper.

Shrestha, R. (1998), “Uncertainty and the choice of policy instruments: a note on Baumol and Oates propositions”, *Environmental and Resource Economics* **12**, 497-505.

Siegel, Sidney (1975), “Estatística não-paramétrica (Para as Ciências do Comportamento)”, McGraw-Hill, Brasil.

Smith, Stefani C.; Yates, Andrew J. (2003), "Optimal pollution permit endowments in markets with endogenous emissions", *Journal of Environmental Economics and Management* **46**, 425-445.

Smith, Vernon L. (1967), "Experimental studies of discrimination versus competition in sealed-bid auction markets", *Journal of Business*, **40**(1), 56-84.

Smith, Vernon L. (1981), "An empirical study of decentralized institutions of monopoly restraint" in *Essays in Contemporary Fields of Economics in Honor of Emanuel T. Weiler (1914-1979)* G.Horwich and J.P.Quirk editors, West Lafayette, IN: Purdue University Press, 83-106.

Smith, Vernon L. (1982), "Microeconomic Systems as an Experimental Science", *The American Economic Review*, 923-955.

Smith, Vernon L. (2002), "Method in Experiment: Rhetoric and Reality", *Experimental Economics*, **5**, 91-110.

Smith, Vernon L. (2005), "Hayek and Experimental Economics", *The Review of Austrian Economics*, **5**(2), 135-144.

Smith, V.L.; Suchanek, G.L.; Williams, A.W. (1988), "Bubbles, Crashes, and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets", *Econometrica* **56**(5), 1119-1151.

Solomon, Barry D. (1999), "New directions in emissions trading: the potential contribution of new institutional economics", *Ecological Economics* **30**, 371-387.

Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Alley, R.B.; Berntsen, I.; Bindoff, N. L.; Chen, Z.; Chidthaisong, A.; Gregory, J. M., Hegerl, G. C.; Heimann, M.; Hewitson, B.; Hoskins, B.J.; Joos, F.; Jouzel, J.; Kattsov, V.; Lohmann, U.; Matsuno, T.; Molina, M.; Nicholls, N.; Overpeck, J.; Raga, G.; Ramaswamy, V.; Ren, J.; Rusticucci, M.; Somerville, R.; Stocker, T. F.; Whetton, P.; Wood, R.A.; Wratt, D. (2007), "Technical Summary" In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to*

the Fourth Assessment Report on the Intergovernmental panel on Climate Change [Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B.; Tignor, M.; Miller, H.L. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Springer, Urs (2003), "Can the Risks of the Kyoto Mechanisms be Reduced Through Portfolio Diversification? Evidence from the Swedish AIJ Program", *Environmental and Resource Economics* **25**, 501-513.

Staropoli, Carine; Jullien, Céline (2006), "Using laboratory experiments to design efficient market institutions: The case of wholesale electricity markets", *Annals of Public and Cooperative Economics*, **77** (4), 555-577.

Stavins, Robert (1995), "Transaction Costs and Tradable Permits", *Journal of Environmental Economics and Management*, **29**, 133-148.

Stavins, Robert (1996), "Correlated Uncertainty and Policy Instrument Choice", *Journal of Environmental Economics and Management* **30**, 218-232.

Stavins, Robert (1997), "Policy Instruments for Climate Change: How Can National Governments Address a Global Problem?", *The University of Chicago Legal Forum*, 1997; 293-329.

Stavins, Robert (1998), "What Can We Learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO₂ Allowance Trading", *Journal of Economic Perspectives*, **12** (3), 69-88.

Stavins, Robert (2003), "Experience with Market-Based Environmental Policy Instruments", in *The Handbook of Environmental Economics, Volume I*, eds. Karl-Göran Mäler and Jeffrey Vincent; Chap. 9, 355-435. Amsterdam: North-Holland/Elsevier Science.

Stevens, Brandt; Rose, Adam (2002), “A Dynamic Analysis of the Marketable Permits Approach to Global Warming Policy: A Comparison of Spatial and Temporal Flexibility”, *Journal of Environmental Economics and Management*, **44**, 45-69.

Stranlund, J. K.; Dhanda, K.K. (1999), “Endogenous Monitoring and Enforcement of a Transferable Emissions Permit System” *Journal of Environmental Economics and Management* **38**, 267-282.

The Royal Swedish Academy of Sciences (2002), “Advanced Information on the Prize in Economic Sciences”, 17 December 2002.

Tietenberg, T. H. (1985), *Emissions Trading - an exercise in reforming pollution policy*, Resources for the Future, Washington, D.C.

Tietenberg, T. H. (1991), “Economic instruments for environmental regulation”, *Oxford review of economic policy*, **6**, 125-148.

Tietenberg, Tom (2003a), “Greenhouse Gas Trading: Design Issues Seeking Research Answers”, in *Understanding the Design and Performance of Emissions Trading Systems for Greenhouse Gas Emissions: Proceedings of an Expert’s Workshop to Identify Research Needs and Priorities*, Michael Toman. *Resources For the Future, Discussion Paper 03-33*, May 2003.

Tietenberg, Tom (2003b), *Environmental and Natural Resource Economics*, 6th edition, Pearson Education, Inc.

UNESCO (2005), “The Precautionary Principle – World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST)” Paris, France.

UNFCCC (2005), *Caring for Climate – A guide to the Climate Change Convention and the Kyoto Protocol*, Climate Change Secretariat (UNFCCC) Bonn, Germany.

Unold, Wolfram; Requate, Till (2001), “Pollution control by options trading”, *Economics Letters* **73**, 353-358.

Van Egteren, Henry; Weber, Marian (1996), "Marketable Permits, Market Power, and Cheating", *Journal of Environmental Economics and Management* **30**, 161-173.

Verbon, Harrie A. A.; Withagen, Cees A. (2005), "Tradable Emission Permits in a Federal System", CESifo Working Paper No. 1482, Category 1: Public Finance, June 2005.

Vickrey, W. (1961), "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders", *Journal of Finance* **16**, 8-37.

Vries, Frans P. de (2002), "Emission Permits and Diffusion of Abatement Technology in a Differentiated Cournot Market", *University of Groningen, Working Paper* 263.

Weitzman, M. L. (1974), "Prices vs. Quantities", *Review of Economic Studies* **41** (4), 477- 491.

Weitzman, M. L. (1978), "Optimal rewards for economic regulation", *The American Economic Review* **68**, 683-691.

Werksman, Jacob (1999), "Responding to Non-Compliance under the Climate Change Regime", *OECD Information Paper, ENV/ EPOC(99) 21 FINAL*, Paris.

Whitford, Andrew B. (2007), "Designing Markets: Why Competitive Bidding and Auctions in Government Often Fail To Deliver", *The Policy Studies Journal*, **35** (1), 61-85.

Williamson, Olivier E. (1989), "Book Review ", *California Law Review*, **77** (1), 223-231.

Woerdman, Edwin (2001), "Emissions trading and transaction costs: analysing the flaws in the discussion", *Ecological Economics* **38**, 293-304.

Yates, Andrew J.; Cronshaw, Mark B. (2001), "Pollution Permit Markets with Intertemporal Trading and Asymmetric Information", *Journal of Environmental Economics and Management* **42**, 104-118.

Zhao, Jinhua (2003), "Irreversible abatement investment under cost uncertainties: tradable emission permits and emission charges", *Journal of Public Economics* **87**, 2765-2789.

ANEXO 1

1ª Parte das sessões experimentais:

Questionário socio-demográfico (ecrãs do zTree)

Qual é a sua idade (em anos)?

OK

Qual é o seu sexo? Feminino
 Masculino

OK

Qual é a categoria em que melhor se insere o seu curso?

- Economia
- Gestão
- Administração Pública
- Relações Internacionais
- Direito
- Educação
- Engenharia
- Enfermagem
- Medicina
- Ciências da Natureza
- Matemática, Computação
- Humanidades
- Psicologia
- Outra

OK

Qual é a sua situação académica?

- 1º ano de licenciatura
- 2º ano de licenciatura
- 3º ano de licenciatura
- 4º ano de licenciatura
- Estudante de Mestrado
- Estudante de Doutoramento
- Não sou estudante

OK

Qual é o nível mais elevado de educação que espera completar ?

- Licenciatura
- Pós-graduação
- Mestrado
- Doutoramento

OK

Qual o grau de escolaridade mais elevado que o seu pai (ou responsável pela sua educação) completou ?

- Ensino Básico
- Ensino Secundário
- Ensino Superior

OK

Qual o grau de escolaridade mais elevado que a sua mãe (ou responsável pela sua educação) completou ?

- Ensino Básico
- Ensino Secundário
- Ensino Superior

OK

Beneficiou ou beneficia de alguma bolsa ou outra ajuda financeira para suportar os custos do seu curso?

É estudante estrangeiro ao abrigo de algum programa como Erasmus, Sócrates, etc?

Qual o seu estado civil?

Numa escala de 0 a 20, indique qual a sua média actual de curso (desde o início até agora), ou, caso já o tenha terminado, indique qual for a sua média final de curso:

Quantas pessoas tem a seu agregado familiar?

OK

Por favor, indique qual das categorias seguintes melhor descreve o montante de rendimento mensal ganho pelo seu agregado familiar, em Euros:

- 1000 ou menos
- 1001 - 2000
- 2001 - 3000
- 3001 - 4000
- 4001 - 5000
- 5001 - 6000
- 6001 - 7000
- 7001 - 8000
- 8001 - 9000
- 9001-10000
- Mais do que 10000

OK

Trabalha a tempo inteiro ou a tempo parcial?

- Tempo parcial
- Tempo inteiro
- Não trabalho

OK

Quantas horas trabalha geralmente por semana? (Introduza 0 caso não trabalhe)

OK

Caso trabalhe, quanto é que recebe mensalmente? (Introduza 0 caso não trabalhe)

Obrigada por ter respondido a este pequeno inquérito. Por favor, aguarde agora pelos outros participantes para que possamos continuar a sessão.

ANEXO 2
COEFICIENTES DA FUNÇÃO CUSTO MARGINAL DE ABATIMENTO DE
CADA PARTICIPANTE NAS SESSÕES EXPERIMENTAIS

Coeficientes da função $CMgA (R_i) = C'i (R_i) = \alpha_i R_i^{\beta_i}$ para políticas domésticas ineficientes

	BE	FR	GE	GR	IT	NL	SP	UK
α_i	678	1301	535	503	847	506	1008	431
β_i	1.22	1.43	1.33	1.33	1.30	1.26	1.29	1.31

Eyckmans *et al.* (2000), pg. 31

ANEXO 3**INSTRUÇÕES RELATIVAS AO TRATAMENTO COM *GRANDFATHERING*
DOS TÍTULOS DE EMISSÃO****BEM VINDA/O À EXPERIÊNCIA**

Seja bem vinda/o e obrigada por participar no estudo que estamos a realizar. Este estudo visa compreender melhor a tomada de decisões económicas.

A sua contribuição para o nosso estudo vai processar-se em três partes. A primeira parte consiste no preenchimento de um questionário sócio-demográfico. A segunda parte consiste em fazer escolhas entre duas formas de pagamentos. A terceira parte consiste em tomar decisões no contexto de um mercado que lhe será apresentado. Você irá receber dinheiro pela sua participação neste estudo. Além de 5 Euros que lhe são pagos apenas pela participação no estudo, irá receber mais dinheiro de acordo com decisões por si tomadas nas segunda e terceira partes do estudo.

As instruções para a realização das suas tarefas são simples e se as seguir cuidadosamente e tomar boas decisões pode ganhar um montante de dinheiro considerável que lhe será pago no final da sessão. As instruções e a forma de cálculo dos pagamentos são as mesmas para todos os participantes na sessão de hoje. Todas as suas respostas e decisões são anónimas, estando identificado meramente com um número para efeitos de determinação de ganhos e pagamentos.

É absolutamente importante que não falem uns com os outros até que a experiência esteja concluída. Se, em qualquer momento durante a experiência, tiver questões ou problemas, levante a mão e um dos monitores esclarecerá as suas dúvidas. Pensamos que a experiência terá a duração de cerca de duas horas a 2.5 horas, por isso, certifique-se, por favor, de que pode ficar até ao final. Pedimos ainda que verifique se tem o telemóvel desligado e que o desligue agora se ainda não o fez.

Vamos agora dar início à primeira parte do estudo. Por favor, além de assinar o consentimento informado que se encontra em cima da sua secretária, responda cuidadosamente ao inquérito no seu monitor. Só quando todos tiverem terminado de preencher o inquérito é que daremos início à segunda parte do estudo.

2ª PARTE

A segunda parte deste estudo requer que você faça 10 escolhas entre duas formas de pagamento, a “Forma A” ou a “Forma B”. Por favor, olhe para a folha com uma tabela que se encontra em cima da sua secretária. A primeira coluna da tabela indica que tem dez decisões para tomar entre duas formas de pagamento. Cada forma de pagamento tem dois prémios: um prémio mais elevado e um prémio mais baixo. A Forma A tem um prémio mais elevado de €2.00 e um prémio mais baixo de €1.60. A Forma B tem um prémio mais elevado de €3.85 e um prémio mais baixo de €0.10. Para cada uma das dez decisões, você tem que escolher se prefere ser pago pela forma A ou pela forma B, pressionando com o rato o quadrado correspondente às formas de pagamento (se voltar a pressionar, elimina essa escolha).

Antes de começar a fazer as suas escolhas, deixe-me explicar-lhe como é que as suas decisões afectarão os seus ganhos nesta parte da experiência. Temos aqui um saco com bolas numeradas de 1 a 10. Depois de todos terem tomado as vossas decisões, cada um dos participantes irá extrair ao acaso uma das bolas de dentro deste saco. O número da bola que sair determinará por qual das dez decisões irá ser pago. Note assim que, embora tenha que tomar dez decisões, só uma delas será usada para efeitos de pagamento, sendo óbvio que qualquer uma das dez decisões poderá ser a seleccionada. Depois disto, a bola extraída será novamente introduzida no saco e cada participante irá novamente extrair ao acaso uma das bolas de dentro do saco. O número da bola que sair agora determinará se recebe o prémio mais elevado ou o

prémio mais baixo de acordo com a forma de pagamento que escolheu na decisão previamente seleccionada.

Estes procedimentos são feitos individualmente, e repetidos por cada um dos participantes.

Suponha agora que na primeira extracção saiu a bola com o número 1. Isto significa que irá ser pago pela forma de pagamento que seleccionou na decisão 1. Admita também que na segunda extracção da bola saiu o número 5. Nesse caso, você iria receber o prémio de €1.60 se tivesse escolhido a forma A de pagamento na decisão 1 ou o prémio de €0.10 se tivesse escolhido a forma B de pagamento na decisão 1.

De facto, na decisão 1, a forma de pagamento A dá um prémio de €2.00 se a bola extraída tiver o número 1, e dá um prémio de €1.60 se a bola extraída tiver o número 2 a 10. Para a mesma decisão 1, a forma de pagamento B dá um prémio de €3.85 se a bola extraída tiver o número 1, e dá um prémio de €0.10 se a bola extraída tiver o número 2 a 10. As outras decisões são similares a esta, excepto que, à medida que desce na tabela, a possibilidade de receber o prémio maior de qualquer uma das formas de pagamento aumenta. De facto, para a decisão 10 no fundo da tabela, não será necessário proceder à segunda extracção da bola uma vez que cada uma das opções dá o prémio mais elevado de certeza, pelo que nessa decisão só terá que indicar se prefere receber €2.00 de certeza (Forma A) ou €3.85 de certeza (Forma B).

Em suma, você tem que fazer dez escolhas: para cada decisão tem que escolher a Forma A ou a Forma B de pagamento. Você pode escolher a Forma A para algumas decisões e a Forma B para outras decisões. Mais concretamente, você pode escolher sempre a Forma A ou escolher sempre a Forma B; você também pode começar por escolher a Forma A para algumas decisões e depois mudar para a Forma

B para outras decisões. Assim, você é livre de indicar a Forma de pagamento que realmente prefere para cada uma das decisões. A única restrição que existe nas suas escolhas é a de que depois de escolher pela primeira vez a Forma B, não pode escolher a Forma A nas decisões seguintes. Isto significa que se, por exemplo, escolheu a Forma A nas primeiras três decisões e escolheu a Forma B na quarta decisão, então terá que escolher a Forma B nas restantes decisões (da decisão 5 até à decisão 10).

Isto é tudo o que precisa de saber para realizar as suas tarefas nesta parte da experiência. Resta acrescentar que só no final de toda a sessão de hoje é que procederemos à extracção das bolas e determinaremos quanto é que irá receber pelas suas escolhas nesta parte da experiência.

Se tem alguma dúvida ou questão a colocar, por favor faça-o agora.

Se não tem questões, pode começar a realizar as suas escolhas no seu monitor. Só quando todos terminarem de fazer as escolhas nesta parte, é que daremos início à 3ª parte da experiência.

3ª PARTE

A terceira parte deste estudo requer que você tome decisões no contexto de um mercado com 8 empresas, correspondentes a cada um dos participantes nesta experiência. Esta parte será constituída por 10 períodos. Em cada período, cada uma das empresas/participante tem que entregar um certo número fixo (igual em todos os períodos) de unidades de um bem. O número de unidades que cada empresa/participante tem que entregar não é necessariamente igual para todas as empresas/participantes.

Cada uma das unidades que cada empresa tem de entregar tem um custo. No entanto, algumas unidades são dadas à empresa, pelo que ela pode entregar essas unidades sem ter que suportar o seu custo. Os custos das unidades e o número de unidades dadas a cada empresa não são necessariamente iguais para todas as empresas. No total, serão dadas em cada período 88 unidades.

Como pode cada empresa realizar ganhos? Vejamos a resposta com um exemplo.

Imagine que neste mercado só havia duas empresas (A e B) e que cada uma tinha que entregar exactamente 3 unidades. Os custos e as unidades dadas para cada uma das empresas são as que a seguir se indicam:

EMPRESA A		
UNIDADES	CUSTOS	DADAS
1	20	
2	30	
3	40	SIM

EMPRESA B		
UNIDADES	CUSTOS	DADAS
1	15	
2	25	SIM
3	35	SIM

Caso as empresas não transaccionem unidades, a empresa A tem um custo de 50 (20+30), uma vez que apenas a 3ª unidade lhe é dada, e a empresa B tem um custo de 15, uma vez que só a 1ª unidade não lhe é dada.

No entanto, estas empresas podem reduzir os seus custos se transaccionarem unidades. Por exemplo, a empresa A pode tentar comprar a 2ª unidade a um preço mais baixo do que os 30 pontos do seu custo. A empresa B pode vender a 2ª unidade a um preço maior do que os 25 pontos. Imagine então que a empresa B coloca um preço de venda de 27 pontos e que a empresa A compra.

Isso significa que a empresa A não tem agora de suportar o custo da 2ª unidade, uma vez que a comprou à empresa B, ao preço de 27 pontos. Os custos da empresa A passam agora a ser de $(20+27)=47$. Ou seja, os seus ganhos com esta transacção foram de 3 pontos $(50-47)$

Por seu lado, a empresa B suporta o custo da 2ª unidade (25), pelo que os seus custos aumentaram face à situação inicial: $15+25=40$. No entanto, como recebeu 27 pontos pela venda da 2ª unidade, em termos líquidos os seus custos foram de 13 $(15+25-27)$. Ou seja, comparativamente com a situação em que não efectuava qualquer transacção, teve um ganho de 2 pontos $(15-13)$.

Como vê, as empresas realizam ganhos por *comprarem* as unidades que não lhe são dadas a um preço inferior ao seu custo e por **VENDEREM as unidades que lhe são dadas a um preço SUPERIOR AO SEU CUSTO.**

De facto, em cada período os seus ganhos serão aqueles que realizar comprando e vendendo unidades nestas condições. No final desta parte, os seus ganhos em pontos serão convertidos em Euros à seguinte taxa:

$$1 \text{ Euro} = 100 \text{ pontos}$$

e serão adicionados aos seus ganhos na segunda parte e aos 5 euros de participação.

Note bem que não é do seu interesse comprar unidades a um preço superior ao custo, nem vender unidades a um preço inferior ao custo, porque isso implica ter prejuízos em vez de ganhos.

No entanto, por motivos alheios às empresas, pode acontecer que no final de cada período detenham mais uma ou menos uma unidade do que aquelas que têm de entregar. Este acontecimento é o resultado da extracção aleatória para cada empresa, e para cada período, de um número (-1, 0, +1) com igual probabilidade. Se sair o número 0, significa que detém exactamente o número de unidades que é obrigado a entregar no período. Se sair o número +1, significa que detém mais uma unidade do que o previsto mas que suportou o seu custo, pelo que os seus ganhos vêm reduzidos nesse montante. Se sair o número -1, significa que detém menos uma unidade do que o previsto, pelo que não tem unidades suficientes para entregar. Por isso, incorre no pagamento de uma multa no valor de 560 pontos, sendo-lhe ainda retirada uma unidade dada no período seguinte.

Uma vez que o resultado desta incerteza não é da responsabilidade das empresas, é aberto nesse mesmo período um mercado especialmente para as empresas a quem saiu o número +1 ou o número -1 para que tentem minimizar os prejuízos decorrentes destes resultados, vendendo a unidade em excesso ou comprando a unidade em falta para entrega e não pagando a multa.

Note que neste mercado, ao contrário do que acontecia no anterior, pode ser do seu interesse comprar a unidade em falta a um preço superior ao seu custo, para não ter de suportar a multa. Da mesma forma, pode também vender a unidade em excesso a um preço mais baixo que o seu custo, para lhe diminuir as perdas do período. No entanto, e porque pode acontecer que em algum período não consiga comprar ou vender o que necessita nesse mercado especial, é-lhe dada a possibilidade

no início de cada período de guardar alguma ou algumas das unidades que lhe são dadas. Assim, caso em algum desses períodos futuros lhe venha a sair o número -1, assegura que já tem uma unidade para entrega, evitando pagar a multa mesmo que no mercado especial não consiga comprar a unidade em falta (obviamente, se a comprar não precisa de a usar nesse período). Por outro lado, caso não consiga vender uma unidade em excesso, tem também a oportunidade de a guardar para usar em períodos posteriores.

Em suma, as suas tarefas em cada um dos períodos irão processar-se em cinco fases:

1ª FASE: Decidir se e quantas das unidades que lhe são dadas quer guardar.

2ª FASE: Propor preços de compra para as unidades que não lhe são dadas e preços de venda para as unidades que lhe são dadas; comprar e vender unidades a preços propostos pelas outras empresas. Recorde que só deve comprar (e propor preços de compra) a preços inferiores ao custo das suas unidades não dadas; Só deve vender (e propor preços de venda) a preços superiores ao custo das suas unidades dadas. Nesta fase não são permitidas transacções com prejuízo para si.

3ª FASE: Aguardar pelo resultado da incerteza. Se lhe sair o número 0, não terá mais nenhuma tarefa até ao final desse período e só terá que esperar pelo início do período seguinte. Se lhe sair o número -1 ou o número +1, irá receber informação no seu ecrã que lhe recorda as consequências e o que tem que fazer em cada caso para minimizar perdas e/ou realizar ganhos.

4ª FASE: Se lhe saiu o número +1 ou o número -1, propor preços de compra para a unidade em falta e preços de venda para a unidade em excesso; comprar e vender unidades a preços propostos pelas outras empresas. Nesta fase são permitidas transacções com prejuízo.

5ª FASE: Se lhe saiu o número -1 e não conseguiu comprar a unidade em falta na fase anterior, decidir se quer usar agora uma das unidades que eventualmente tenha guardado em períodos anteriores; Se lhe saiu o número +1 e não conseguiu vender a unidade em excesso na fase anterior, decidir se a quer guardar para períodos posteriores.

Para que se familiarize melhor com as tarefas e com os ecrãs onde vai tomar as suas decisões, vamos agora realizar um treino acompanhado durante 3 períodos, com valores respeitantes a uma empresa que não correspondem a nenhum dos valores que os participantes vão posteriormente de facto enfrentar. Depois deste treino acompanhado, vamos dar-lhe a possibilidade de treinar com os seus próprios valores durante 2 períodos, e só depois disso é que daremos início aos 10 períodos de mercado em que as suas decisões têm de facto consequências monetárias.

TREINO ACOMPANHADO

Por favor, olhe agora para o seu monitor e siga exactamente as instruções que eu lhe der. Introduza o número 1 e depois pressione o botão OK. Neste momento deverá estar a ver o seguinte (correspondente à 1ª FASE das suas decisões):

Período			Tempo Restante [sec]: 3588				
1 em 3							
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS				
1	40		Período	1	2	3	TOTAL
2	60		Dadas	4	4	4	12
3	110		Uso planeado	0	4	4	0
4	180	SIM	CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.				
5	260	SIM	TOTAL				
6	350	SIM	OK para avançar				
7	450	SIM	Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= 0 Lucro acumulado até agora= 1500				

No canto superior esquerdo, encontra informação sobre o período em que se encontra (neste caso, no 1º período de um total de 3—será um total de 10 períodos na experiência real); no canto superior direito, a indicação do tempo restante para esta fase (em segundos), e que na experiência real será de 60 segundos.

Na tabela do lado esquerdo, vê o número de unidades que a empresa tem que entregar em cada período (neste caso, são 7), os custos de cada uma das unidades (a 1ª unidade tem um custo de 40; a 2ª unidade tem um custo de 60; etc.) e as unidades que são dadas (assinaladas com um SIM). Na tabela do lado direito, vê o número de unidades que lhe são dadas e que é igual em cada um dos períodos. É na linha com os quadrados a azul que tem que dar entrada da sua decisão sobre as unidades que quer guardar para períodos futuros.

Caso quisesse guardar uma unidade para usar no 2º período, então seleccionava com o rato o número 4 correspondente ao 1º período e alterava-o para o número 3, introduzindo esse número no espaço correspondente. Por favor, certifique-se agora de que é capaz de o fazer sem problemas, obtendo o seguinte no seu ecrã:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 3514

UNIDADES	CUSTOS	DADAS
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	SIM
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS

Período	1	2	3	TOTAL
Dadas	4	4	4	12
Uso planeado	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	0

TOTAL
OK para avançar

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste período= 0
 Lucro acumulado até agora= 1500

Por favor, pressione agora o botão a vermelho que diz “TOTAL”. Deverá agora ver:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 3582

UNIDADES	CUSTOS	DADAS
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	SIM
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS

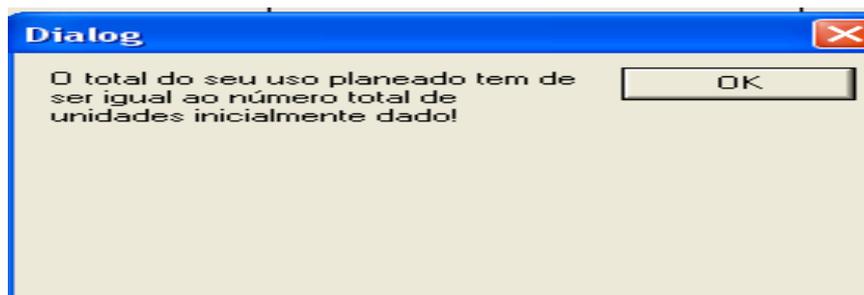
Período	1	2	3	TOTAL
Dadas	4	4	4	12
Uso planeado	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="4"/>	11

TOTAL
OK para avançar

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste período= -180
 Lucro acumulado até agora= 1320

Isto significa que quando pressiona esse botão, o computador calcula a soma das unidades dadas que está a planear usar ao longo de todos os períodos. Como observa, esse número é de 11.

Pressione agora o botão que diz “OK para avançar”. Deverá receber a seguinte mensagem de erro:



De facto, o número total de unidades que lhe foram dadas neste exemplo é de 4 unidades×3 períodos=12 unidades. Assim, se guarda uma unidade no período actual, tem que garantir que planeia usá-la num qualquer período posterior. Imagine que decidia usá-la no último período. Então teria que colocar o número 5 no quadrado azul correspondente ao 3º período. Para isso, pressione OK na mensagem e mais uma vez seleccione com o rato o número existente no 3º período e substitua-o pelo número 5. Deverá estar agora a observar o seguinte:

Período			PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS.				
1 em 3			Tempo Restante [sec]. 3131				
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	Período	1	2	3	TOTAL
1	40		Dadas	4	4	4	12
2	60		Uso planeado	3	4	5	11
3	110		CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.				
4	180	SIM	TOTAL				
5	260	SIM	OK para avançar				
6	350	SIM	Rendimento Inicial= 1500				
7	450	SIM	Lucro neste período= -180				
			Lucro acumulado até agora= 1320				

Agora, volte a pressionar o botão vermelho para a conta do Total. Deverá observar:

UNIDADES			CUSTOS			DADAS		
1	40							
2	60							
3	110							
4	180	SIM						
5	260	SIM						
6	350	SIM						
7	450	SIM						

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS				
Periodo	1	2	3	TOTAL
Dadas	4	4	4	12
Uso planeado	3	4	5	12

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.

TOTAL

OK para avançar

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste periodo= -180
 Lucro acumulado até agora= 1320

NÃO o faça agora!! Mas se agora pressionasse o botão a cinzento, passaria imediatamente para a fase seguinte e não poderia alterar a decisão tomada!

Repare agora que, no fundo do ecrã, dispõe de mais informação: o rendimento inicial (neste exemplo, é de 1500 pontos) mantém-se igual ao longo de todos os períodos e corresponderia aos seus ganhos finais em pontos se, no decorrer de todos os períodos, não fossem somados quaisquer ganhos nem deduzidas quaisquer perdas. É-lhe ainda dada a informação sobre o lucro realizado neste período. O valor de -180 correspondia ao prejuízo no período pelo facto de ter decidido guardar uma unidade para um período futuro, suportando o seu custo agora (mas poupando esse custo no futuro).

Por último, dispõe ainda da informação sobre o lucro em pontos que vai acumulando ao longo de todas as fases e de todos os períodos. Esta é uma informação que será dada em todos os ecrãs.

Por favor, volte agora a colocar o número 4 nos espaços correspondentes ao 1º e 3º períodos e pressione o botão TOTAL. Assegure-se que tem o seguinte no seu monitor:

Período			1 em 3	Tempo Restante [sec]: 2677			
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS				
1	40		Período	1	2	3	TOTAL
2	60		Dadas	4	4	4	12
3	110		Uso planeado	4	4	4	12
4	180	SIM	CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.				
5	260	SIM					
6	350	SIM	OK para avançar				
7	450	SIM	Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= 0 Lucro acumulado até agora= 1500				

Pressione agora o botão “OK para avançar”.

Aparece-lhe agora no seu monitor o seguinte (correspondente à 2ª FASE das suas decisões):

Período			1 em 3	Tempo Restante [sec]: 3593			
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Preços Transacções			
1	40		0	Preço COMPRA	Compra-se ao preço de	Vende-se ao preço de	
2	60		0	OK	VENDO	COMPRO	
3	110		0				
4	180	SIM	0	Preço VENDA			
5	260	SIM	0	OK			
6	350	SIM	0				
7	450	SIM	0	Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= 0 Lucro acumulado até agora= 1500			
OK para fase seguinte							

Note que ainda se encontra no 1º período, e que na experiência real terá 180 segundos (ie, 3 minutos) para tomar decisões. Neste ecrã recebe a informação actualizada sobre as unidades que tem para comprar e para vender, de acordo com a decisão tomada na fase anterior. Uma vez que não decidiu guardar nenhuma unidade para o futuro, tem 4 unidades dadas neste período que pode vender se for lucrativo fazê-lo e tem 3 unidades que pode comprar se for lucrativo.

Recorde que ser lucrativo significa comprar unidades não dadas a um preço inferior ao seu custo e vender unidades dadas a um preço superior ao seu custo.

Para isso poderá propor preços de compra e preços de venda.

Deverá introduzir os preços a que quer comprar no quadrado azul debaixo da entrada “Preço Compra” e depois pressionar o botão OK que se encontra nessa mesma caixa.

Por favor, introduza o valor 30 nesse quadrado e pressione OK. Deverá agora ver o seguinte:

Período				1 em 3		Tempo Restante [sec]: 3529	
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Preços Transacções			
1	40		0	Preço COMPR A 30	Compra-se ao preço de 30		Vende-se ao preço de
2	60		0	OK			
3	110		0				
4	180	SIM	0	Preço VENDA	VENDO		COMPRO
5	260	SIM	0				
6	350	SIM	0	OK			
7	450	SIM	0				
				Rendimento Inicial= 1500		Lucro neste período= 0	
				Lucro acumulado até agora= 1500		OK para fase seguinte	

sob o título “Vende-se ao preço de”. Uma vez que ao preço de 100 ainda realizamos lucro na 3ª unidade, vamos aceitar comprar a este preço. Para isso, seleccione com o rato o preço “100” que se encontra nessa caixa e de seguida pressione o botão vermelho que diz “COMPRO”.

Deve agora ver:

The screenshot shows a trading interface with the following elements:

- Header:** "Periodo" 1 em 3, "Tempo Restante [sec]: 3466".
- Table:**

UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110	Comprada	10
4	180	SIM	0
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0
- Transaction Panel:**
 - Preço COMPRA A:** Input field with value 50, OK button.
 - Preço VENDA:** Input field (empty), OK button.
 - Compra-se ao preço de:** Input field (empty), VENDO button.
 - Vende-se ao preço de:** Input field (empty), COMPRO button.
 - Preços Transacções:** Vertical bar with value 100.
- Summary:**
 - Rendimento Inicial= 1500
 - Lucro neste período= 10
 - Lucro acumulado até agora= 1510
 - OK para fase seguinte button.

A coluna a cinzento mais elevada mostra-lhe que foi transaccionada (ie, alguém vendeu e alguém comprou) uma unidade ao preço de 100. Ao mesmo tempo, pode verificar que a sua 3ª unidade acabou de ser comprada por si, realizando um lucro de 10 nessa unidade porque a comprou mais barata do que o seu custo ($110-100=10$).

Como vê, ao mesmo tempo que propõe preços de compra, deverá também verificar quais os preços a que os outros estão dispostos a vender unidades, e comprar a esses preços se forem lucrativos para si.

Deverá introduzir os preços a que quer vender no quadrado azul debaixo da entrada “Preço Venda” e depois pressionar o botão OK que se encontra nessa mesma caixa.

Por favor, introduza o valor 500 nesse quadrado e pressione OK. Deverá agora ver o seguinte:

Período				1 em 3		Tempo Restante [sec]: 3427	
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Preço COMPR A		Preços Transacções	
1	40		0	50		100	
2	60		0	Compra-se ao preço de		Vende-se ao preço de	
3	110	Comprada	10	OK		200	
4	180	SIM	0	Preço VENDA		VENDO	
5	260	SIM	0	500		COMPRO	
6	350	SIM	0	OK			
7	450	SIM	0				
				Rendimento Inicial= 1500		Lucro neste período= 10	
				Lucro acumulado até agora= 1510		OK para fase seguinte	

Como vê, as propostas de venda de cada um dos participantes aparecem listadas na caixa sob o título “Vende-se ao preço de”. Neste caso, colocamos o preço de 500 porque é superior ao custo de qualquer uma das unidades que nos foram dadas. Mas pode acontecer que venhamos a observar que a um preço tão elevado ninguém nos compra as unidades, pelo que eventualmente teremos que o baixar. Note que deve começar sempre por propor um preço de venda mais elevado e depois baixar o preço se for preciso, pois nunca lhe será permitido propor na mesma fase um preço de venda superior ao que tenha sido introduzido anteriormente.

Entretanto, verifique também que alguém (é o computador) está disposto a comprar unidades ao preço de 200.

De facto, pode ver as propostas de compra na caixa sob o título “Compra-se ao preço de”. Uma vez que ao preço de 200 ainda realizamos lucro na 4^a unidade, vamos

aceitar vender a este preço. Para isso, selecione com o rato o preço “200” que se encontra nessa caixa e de seguida pressione o botão vermelho que diz “VENDO”.

Deve agora ver:

Período				Tempo Restante [sec]: 3404	
1 em 3					
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Preço COMPR A	Preços Transacções
1	40		0	50	100 200
2	60		0		
3	110	Comprada	10	OK	Compra-se ao preço de
4	180	Vendida	20		Vende-se ao preço de
5	260	SIM	0	Preço VENDA 500	
6	350	SIM	0	OK	
7	450	SIM	0		
				Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= 30 Lucro acumulado até agora= 1530	
				OK para fase seguinte	

Pode agora verificar que a sua 4ª unidade acabou de ser vendida por si, realizando um lucro de 20 nessa unidade porque a vendeu mais cara do que o custo ($200-180=20$).

Como vê, ao mesmo tempo que propõe preços de venda, deverá também verificar quais os preços a que os outros estão dispostos a comprar unidades, e vender a esses preços se forem lucrativos para si.

Verifique agora que o Lucro que realizou até agora neste período foi de 30 pontos, correspondentes aos $10+20$ pontos realizados na compra da 3ª unidade e na venda da 4ª unidade, respectivamente.

Esta fase termina automaticamente após 3 minutos, mas se preferir avançar para a fase seguinte antes do tempo terminar, pressione o botão “OK para fase seguinte” que se encontra no fundo do monitor. Por favor, faça-o agora.

Neste momento aguarda a resolução da incerteza por parte do computador (3ª FASE), que neste caso e só para efeitos de treino foi previamente programada.

Deverá agora ver o seguinte ecrã, tendo-lhe saído o número +1:

- Período				Tempo Restante [seg]: 45		
1 em 3						
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Resolução da Incerteza		
1	40		0	Variação nas Unidades dadas: 1 Detém mais uma unidade do que o previsto. Foi suportado desnecessariamente o custo da unidade número: <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr><td>4</td></tr> </table>		4
4						
2	60		0			
3	110		0			
4	180	SIM	-180	Pode, porém, tentar ainda vendê-la no mercado que abre de seguida ou então guardá-la para períodos futuros. Se VENDER, o seu ganho será de Preço de Venda - Custo dessa unidade. Se GUARDAR, os ganhos actuais diminuem no valor do seu custo mas num momento futuro aumentam pelo valor da unidade que evitar produzir. Se nada fizer, essa unidade terá um impacto negativo nos seus ganhos, correspondente ao valor do seu custo.		
5	260	SIM	0			
6	350	SIM	0			
7	450	SIM	0	Rendimento Inicial= 1500 Impacto da Incerteza no Lucro= -180 Lucro neste período= -150 Lucro acumulado até agora= 1350		

Este ecrã desaparece automaticamente ao fim de 40 segundos. Atente, no entanto, na informação que ele lhe presta. É-lhe dito que, por acaso, detém mais uma unidade do que o previsto (a 4ª unidade). Assim, o seu lucro vem reduzido no montante desse custo suportado desnecessariamente. Ou seja, estava a realizar um lucro de 30 no período, mas face a este acontecimento, o seu lucro passou a um prejuízo igual a $30 - 180 = -150$. Para minimizar este prejuízo, pode tentar vender essa unidade no mercado que abre de seguida. Caso isso não seja possível, então ainda lhe será dada a possibilidade de a guardar para um período futuro.

O ecrã do mercado que abre de seguida (4ª FASE) é igual ao anterior e funciona sob as mesmas regras (tem 90 segundos), mostrando-lhe que deve tentar vender a 4ª unidade:

Período				Tempo Restante [sec]: 538	
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS		
1	40		0	Preço COMPRA	
2	80		0	<input type="text"/>	Compra-se ao preço de
3	110		0	<input type="text"/>	
4	180	A vender	-180	<input type="text"/>	Vende-se ao preço de
5	260	SIM	0	Preço VENDA	
6	350	SIM	0	<input type="text"/>	
7	450	SIM	0	<input type="text"/>	

Preços Transacções

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste mercado= 0
 Lucro neste período= -150
 Lucro acumulado até agora= 1350

OK para fase seguinte

Para abreviar este treino, não vamos fazer nada neste mercado. **Pressione o botão “OK para fase seguinte” (5ª FASE).** Uma vez que ainda não está no último período, e não tem unidades guardadas que ultrapassem o limite do que tem que entregar nos próximos 2 períodos, é-lhe colocada a seguinte questão:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 3597

Se preferir, pode guardar a unidade para o próximo período.

Quer guardar uma unidade agora?

SIM
 NÃO

NOTA:

Se escolher NÃO, suporta o custo desta unidade, afectando assim os seus resultados de forma negativa.

Se escolher SIM, fica com mais uma unidade guardada para o próximo período.

Depois de assinalar a sua escolha, clique em OK para continuar.

OK para avançar

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste período= -150
 Lucro acumulado até agora= 1350

Admita que a pretende guardar. Então, selecione com o rato o círculo SIM, pressione o botão OK vermelho e depois o botão OK para avançar.

Inicia-se agora o 2º Período. Pressione o botão OK. Tudo se repete tal como no 1º Período. A exceção é que agora tem 5 unidades dadas neste período que correspondem às 4 que inicialmente lhe foram dadas mais a unidade que decidiu guardar para o futuro.

Período			Tempo Restante [sec]: 3567				
2 em 3							
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS				
1	40		Período	1	2	3	TOTAL
2	60		Dadas	0	5	4	9
3	110	SIM	Uso planeado	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="4"/>	9
4	180	SIM	CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.				
5	260	SIM	<input type="button" value="TOTAL"/>				
6	350	SIM	<input type="button" value="OK para avançar"/>				
7	450	SIM	Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= 110 Lucro acumulado até agora= 1460				

Novamente, nesta 1ª FASE tem que decidir se quer usar as 5 unidades dadas que agora tem neste período ou se quer guardar alguma ou algumas para o futuro, seguindo os mesmos procedimentos que anteriormente vimos.

Admita que não quer alterar o que já está, ie, não quer guardar nenhuma unidade para o 3º período; então pressione o botão TOTAL. Note que o seu lucro no período vem imediatamente aumentado em 110 pontos. Porquê? Porque neste período não tem que suportar o custo da 3ª unidade, uma vez que já havia suportado no período anterior e

que a está a usar agora para entrega. Note também que o seu lucro acumulado era de 1350 oriundo do período anterior, passando agora para $1350+110=1460$.

Pressione agora o botão OK para avançar. Entra na 2ª FASE em que deve propor preços de compra para as unidades que não estão registadas como dadas e preços de venda para as unidades que estão registadas como dadas.

Por favor, pressione agora o botão OK para fase seguinte. A resolução da incerteza traz-lhe agora o seguinte ecrã:

- Período				Tempo Restante [sec]: 47		
2 em 3						
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS	Resolução da Incerteza		
1	40		0	<p>Variação nas Unidades dadas: -1</p> <p>Detém menos uma unidade do que o previsto, pelo que não tem unidades suficientes para entregar. Não foi suportado o custo da unidade número:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </table> <p>Pode, porém, tentar ainda comprar essa unidade em falta no mercado que abre de seguida ou então, se tiver alguma unidade guardada, usá-la agora.</p> <p>Se COMPRAR, o seu ganho será de Custo dessa unidade - Preço de Compra.</p> <p>Se USAR uma unidade previamente guardada, os seus ganhos aumentam no valor do custo desta unidade.</p> <p>Se nada fizer, não suporta o custo desta unidade mas terá de pagar uma multa no valor de 560 e no período seguinte terá direito a menos uma unidade dada.</p>		2
2						
2	60		-500			
3	110	SIM	0			
4	180	SIM	0			
5	260	SIM	0			
6	350	SIM	0			
7	450	SIM	0			
				<p>Rendimento Inicial= 1500</p> <p>Impacto da Incerteza no Lucro= -500</p> <p>Lucro neste período= -390</p> <p>Lucro acumulado até agora= 960</p>		

Como vê, agora saiu-lhe o número -1. Isso significa que detém menos uma unidade que o previsto (a 2ª unidade), pelo que se nada fizer terá que pagar uma multa de 560 pontos. Note, no entanto, que o impacto negativo dessa incerteza nos seus lucros não é de 560, mas sim de 500. Porquê? Porque como não suportou o custo da 2ª unidade, poupou esses 60 pontos. Assim, o seu prejuízo líquido é de $60-560=-500$. O seu lucro

no período é para já de $110-500=-390$ e os seus lucros acumulados são $1350-390=960$.

Deve estar agora já com o ecrã correspondente à 4ª FASE, em que um mercado é aberto para que possa tentar comprar a unidade em falta:

Período				Tempo Restante [sec]: 596	
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	LUCROS		
1	40		0	Preço COMPRA	
2	60	A comprar	-500	OK	Compra-se ao preço de
3	110	SIM	0		VENDO
4	180	SIM	0	Preço VENDA	
5	260	SIM	0	OK	
6	350	SIM	0		
7	450	SIM	0		

Preços Transacções

Vende-se ao preço de

COMPRO

Rendimento Inicial= 1500
 Lucro neste mercado= 0
 Lucro neste período= -390
 Lucro acumulado até agora= 960

OK para fase seguinte

Por favor, para abreviar, não introduza preços e pressione agora o botão OK para fase seguinte. Neste momento, passou imediatamente para o período 3. Note, no entanto que, caso tivesse na 1ª FASE deste período decidido guardar uma unidade para o futuro, então ter-lhe-ia surgido o seguinte ecrã:

Período	2 em 3	Tempo Restante [sec]: 3582
Neste período tem 1 unidade(s) guardada(s).		
Quer usar uma unidade agora?		
<input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO		
NOTA: Se escolher NÃO, terá que pagar a MULTA de 560 e é-lhe retirada uma das unidades a que teria direito no período seguinte.		
<i>Depois de assinalar a sua escolha, clique em OK para continuar.</i>		
		
<input type="button" value="OK para avançar"/>		
Rendimento inicial= 1500 Lucro neste período= -450 Lucro acumulado até agora= 900		

Nesse caso, mesmo que não tivesse conseguido comprar a unidade em falta, evitaria pagar a multa escolhendo usar a unidade agora. Além disso, no 3º Período ainda iria dispor das 4 unidades dadas.

No entanto, como não guardou nenhuma unidade para a eventualidade de lhe sair o número -1 e depois não comprou nenhuma unidade no mercado especial que abriu, então além da multa que teve que pagar, ainda lhe foi retirada uma unidade que supostamente lhe iria ser dada neste período, observando que agora em vez de lhe darem 4 unidades como nos períodos anteriores, e como estava previsto, só lhe foram dadas 3 unidades, como penalização adicional pela não entrega de uma unidade no período anterior.

Período			Tempo Restante [sec]: 3531				
3 em 3							
UNIDADES	CUSTOS	DADAS	PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES DADAS.				
1	40		Período	1	2	3	TOTAL
2	80		Dadas	0	0	3	3
3	110		Uso planeado	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="3"/>	0
4	180		CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES DADAS.				
5	260	SIM	TOTAL				
6	350	SIM	OK para avançar				
7	450	SIM	Rendimento Inicial= 1500 Lucro neste período= -180 Lucro acumulado até agora= 960				

Note ainda que os lucros neste período vêm imediatamente reduzidos no valor do custo da 4ª unidade, uma vez que esta tem agora que suportar o seu custo ($960 - 180 = 780$).

Pressione agora o botão TOTAL e de seguida o botão OK para avançar. No mercado, pressione também OK para fase seguinte. Na resolução da incerteza, sai-lhe agora o número 0, o que significa que detém exactamente o número de unidades que é obrigado a entregar, pelo que passaria imediatamente para o período seguinte. No entanto, como este é o último período, o que lhe aparece é o ecrã que lhe indica em pontos e em euros os ganhos realizados por si nesta parte. No nosso exemplo, esse ecrã é:



O que indica que os seus ganhos teriam sido de 780 pontos, correspondentes a 7.80 Euros. Pressione agora o botão OK.

Este é o fim do treino acompanhado. Existe alguma questão que queiram ver esclarecida antes de avançarmos?

Se não existem mais questões, vamos agora dar início a 2 períodos de treino com os valores de custos que correspondem de facto aos valores que vai enfrentar para as suas decisões com consequências monetárias. Além disso, nestes 2 períodos de treino já não será o computador a colocar preços de compra e venda, mas sim os participantes, isto é, a partir de agora, toda a interacção se processa única e exclusivamente entre os participantes desta sessão. No entanto, só depois desses 2 períodos de treino é que daremos início aos 10 períodos da experiência real em que as suas decisões têm consequências monetárias para si.

No final desses 10 períodos, iremos determinar os seus ganhos na Parte II e o último ecrã que irá ver é o que sumaria os seus ganhos totais na sessão e que tem o seguinte aspecto:

Período	1 em 1	Tempo Restante [sec]: 11989								
<p>Estes são os seus ganhos em EUROS na sessão de hoje:</p> <table><tr><td>Pela Participação</td><td>5.00</td></tr><tr><td>Pela Parte II</td><td>0.00</td></tr><tr><td>Pela Parte III</td><td>0.00</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>5.00</td></tr></table>			Pela Participação	5.00	Pela Parte II	0.00	Pela Parte III	0.00	TOTAL	5.00
Pela Participação	5.00									
Pela Parte II	0.00									
Pela Parte III	0.00									
TOTAL	5.00									
<p>POR FAVOR, PREENCHA O RECIBO QUE SE ENCONTRA EM CIMA DA SUA SECRETÁRIA NÃO PRESSIONE O BOTÃO OK, OU PODERÁ NÃO SER PAGO PELAS SUAS DECISÕES</p>										
<p>NÃO PRESSIONE ESTE BOTÃO</p>										

Alguma questão? Vamos então avançar. Boas decisões e boa sorte!

ANEXO 4
INSTRUÇÕES RELATIVAS AO TRATAMENTO COM LEILÃO DOS
TÍTULOS DE EMISSÃO

BEM VINDA/O À EXPERIÊNCIA

Seja bem vinda/o e obrigada por participar no estudo que estamos a realizar.

Este estudo visa compreender melhor a tomada de decisões económicas.

A sua contribuição para o nosso estudo vai processar-se em três partes. A primeira parte consiste no preenchimento de um questionário sócio-demográfico. A segunda parte consiste em fazer escolhas entre duas formas de pagamentos. A terceira parte consiste em tomar decisões no contexto de um mercado que lhe será apresentado. Você irá receber dinheiro pela sua participação neste estudo. Além de 5 Euros que lhe são pagos apenas pela participação no estudo, irá receber mais dinheiro de acordo com decisões por si tomadas nas segunda e terceira partes do estudo.

As instruções para a realização das suas tarefas são simples e se as seguir cuidadosamente e tomar boas decisões pode ganhar um montante de dinheiro considerável que lhe será pago no final da sessão. As instruções e a forma de cálculo dos pagamentos são as mesmas para todos os participantes na sessão de hoje. Todas as suas respostas e decisões são anónimas, estando identificado meramente com um número para efeitos de determinação de ganhos e pagamentos.

É absolutamente importante que não falem uns com os outros até que a experiência esteja concluída. Se, em qualquer momento durante a experiência, tiver questões ou problemas, levante a mão e um dos monitores esclarecerá as suas dúvidas. Pensamos que a experiência terá a duração de cerca de 2.5 horas a três horas, por isso, certifique-se, por favor, de que pode ficar até ao final. Pedimos ainda que verifique se tem o telemóvel desligado e que o desligue agora se ainda não o fez.

Vamos agora dar início à primeira parte do estudo. Por favor, além de assinar o consentimento informado que se encontra em cima da sua secretária, responda cuidadosamente ao inquérito no seu monitor. Só quando todos tiverem terminado de preencher o inquérito é que daremos início à segunda parte do estudo.

2ª PARTE

A segunda parte deste estudo requer que você faça 10 escolhas entre duas formas de pagamento, a “Forma A” ou a “Forma B”. Por favor, olhe para a folha com uma tabela que se encontra em cima da sua secretária. A primeira coluna da tabela indica que tem dez decisões para tomar entre duas formas de pagamento. Cada forma de pagamento tem dois prémios: um prémio mais elevado e um prémio mais baixo. A Forma A tem um prémio mais elevado de €2.00 e um prémio mais baixo de €1.60. A Forma B tem um prémio mais elevado de €3.85 e um prémio mais baixo de €0.10. Para cada uma das dez decisões, você tem que escolher se prefere ser pago pela forma A ou pela forma B, pressionando com o rato o quadrado correspondente às formas de pagamento (se voltar a pressionar, elimina essa escolha).

Antes de começar a fazer as suas escolhas, deixe-me explicar-lhe como é que as suas decisões afectarão os seus ganhos nesta parte da experiência. Temos aqui um saco com bolas numeradas de 1 a 10. Depois de todos terem tomado as vossas decisões, cada um dos participantes irá extrair ao acaso uma das bolas de dentro deste saco. O número da bola que sair determinará por qual das dez decisões irá ser pago. Note assim que, embora tenha que tomar dez decisões, só uma delas será usada para efeitos de pagamento, sendo óbvio que qualquer uma das dez decisões poderá ser a seleccionada. Depois disto, a bola extraída será novamente introduzida no saco e cada participante irá novamente extrair ao acaso uma das bolas de dentro do saco. O número da bola que sair agora determinará se recebe o prémio mais elevado ou o

prémio mais baixo de acordo com a forma de pagamento que escolheu na decisão previamente seleccionada.

Estes procedimentos são feitos individualmente, e repetidos por cada um dos participantes.

Suponha agora que na primeira extracção saiu a bola com o número 1. Isto significa que irá ser pago pela forma de pagamento que seleccionou na decisão 1. Admita também que na segunda extracção da bola saiu o número 5. Nesse caso, você iria receber o prémio de €1.60 se tivesse escolhido a forma A de pagamento na decisão 1 ou o prémio de €0.10 se tivesse escolhido a forma B de pagamento na decisão 1.

De facto, na decisão 1, a forma de pagamento A dá um prémio de €2.00 se a bola extraída tiver o número 1, e dá um prémio de €1.60 se a bola extraída tiver o número 2 a 10. Para a mesma decisão 1, a forma de pagamento B dá um prémio de €3.85 se a bola extraída tiver o número 1, e dá um prémio de €0.10 se a bola extraída tiver o número 2 a 10. As outras decisões são similares a esta, excepto que, à medida que desce na tabela, a possibilidade de receber o prémio maior de qualquer uma das formas de pagamento aumenta. De facto, para a decisão 10 no fundo da tabela, não será necessário proceder à segunda extracção da bola uma vez que cada uma das opções dá o prémio mais elevado de certeza, pelo que nessa decisão só terá que indicar se prefere receber €2.00 de certeza (Forma A) ou €3.85 de certeza (Forma B).

Em suma, você tem que fazer dez escolhas: para cada decisão tem que escolher a Forma A ou a Forma B de pagamento. Você pode escolher a Forma A para algumas decisões e a Forma B para outras decisões. Mais concretamente, você pode escolher sempre a Forma A ou escolher sempre a Forma B; você também pode começar por escolher a Forma A para algumas decisões e depois mudar para a Forma

B para outras decisões. Assim, você é livre de indicar a Forma de pagamento que realmente prefere para cada uma das decisões. A única restrição que existe nas suas escolhas é a de que depois de escolher pela primeira vez a Forma B, não pode escolher a Forma A nas decisões seguintes. Isto significa que se, por exemplo, escolheu a Forma A nas primeiras três decisões e escolheu a Forma B na quarta decisão, então terá que escolher a Forma B nas restantes decisões (da decisão 5 até à decisão 10).

Isto é tudo o que precisa de saber para realizar as suas tarefas nesta parte da experiência. Resta acrescentar que só no final de toda a sessão de hoje é que procederemos à extracção das bolas e determinaremos quanto é que irá receber pelas suas escolhas nesta parte da experiência.

Se tem alguma dúvida ou questão a colocar, por favor faça-o agora.

Se não tem questões, pode começar a realizar as suas escolhas no seu monitor. Só quando todos terminarem de fazer as escolhas nesta parte, é que daremos início à 3ª parte da experiência.

3ª PARTE

A terceira parte deste estudo requer que você tome decisões no contexto de um mercado com 8 empresas, correspondentes a cada um dos participantes nesta experiência. Esta parte será constituída por 10 períodos. Em cada período, cada uma das empresas/participante tem que entregar um certo número fixo (igual em todos os períodos) de unidades de um bem.

Cada uma das unidades que cada empresa tem de entregar tem um custo. Quer os custos, quer o número de unidades que cada empresa/participante tem que entregar não são necessariamente iguais para todas as empresas/participantes.

Nesta parte da experiência poderá realizar ganhos se conseguir diminuir os custos das unidades que tem de entregar. Como pode fazê-lo?

Uma das possibilidades que tem é tentar adquirir as unidades de que necessita, a um preço inferior ao seu custo, no leilão que ocorre no início de cada período. São colocadas à venda no leilão 88 unidades (quantidade fixa e igual em todos os períodos). Os seus ganhos, nesta fase, são iguais à diferença entre o custo das unidades que adquirir (e que assim deixa de ter de suportar) e o preço pago por elas no leilão.

Por favor, tome agora bastante atenção à explicação que se segue acerca das regras de funcionamento do leilão, através do exemplo que se apresenta. Se as perceber e tomar as suas decisões correctamente poderá realizar ganhos consideráveis.

Leilão Inicial

Imagine que neste mercado só havia três empresas (A, B e C) e que cada uma tinha que entregar exactamente 3 unidades. Os custos de cada unidade para estas empresas são os que constam da tabela 1 da folha que lhe foi entregue.

Suponha ainda que eram 5 as unidades oferecidas no leilão. O leiloeiro (computador) começa por anunciar um preço de venda e cada empresa responde com a quantidade que pretende comprar a esse preço. De seguida, é calculada a procura total (número total de unidades que as empresas pretendem comprar), e se esta for maior do que a quantidade oferecida, o preço aumenta. Este procedimento repete-se até que a procura total seja igual à oferta das 5 unidades deste exemplo, momento em que termina o leilão.

Enquanto o leilão se processa, e para cada um dos preços propostos pelo leiloeiro, determina-se o número de unidades adquiridas por cada uma das empresas ao preço proposto. No final do leilão, cada empresa paga o total de unidades adquiridas a cada um dos preços pelos quais as adquiriu. *O preço ao qual cada empresa adquire unidades depende não só das quantidades que se propôs comprar a esse preço, mas também da soma das quantidades que as outras empresas participantes no leilão se propõem comprar a esse mesmo preço.*

O ganho/lucro de cada empresa por cada unidade que compra é definido como o custo dessa unidade subtraído do preço ao qual a comprou, isto é:

$$\text{Ganho} = \text{Custo da unidade} - \text{Preço de Compra da unidade}$$

Continuando o nosso exemplo, considere que o leilão começa com o computador a anunciar um preço de venda de 11. As empresas A, B e C, respondem, de acordo com os seus custos, conforme se mostra na tabela 2. Olhemos para as quantidades de compra submetidas por cada uma das empresas para cada um dos preços.

Ao preço de 11, a empresa A gostaria de adquirir as 3 unidades uma vez que caso as adquirisse de facto a esse preço teria ganhos em qualquer uma das unidades, perfazendo um ganho total de $(30-11)+(40-11)+(50-11)=19+29+39=87$.

A esse mesmo preço, a empresa B gostaria de adquirir as 3 unidades uma vez que caso as adquirisse de facto a esse preço teria ganhos em qualquer uma das unidades, perfazendo um ganho total de $(17-11)+(24-11)+(35-11)=6+13+24=43$.

A esse mesmo preço de 11, a empresa C gostaria de adquirir apenas 2 unidades uma vez que caso adquirisse de facto as unidades ao preço de 11 apenas teria ganhos em duas unidades, perfazendo um ganho total de $(15-11)+(27-11)=4+16=20$. Note-se que, caso adquirisse as 3 unidades a este preço, o ganho total da empresa C seria de $(7-11)+(15-11)+(27-11)=-4+4+16=16$. Ou seja, a razão porque a empresa C propõe comprar apenas duas (e não 3) unidades a este preço é a de que uma das suas unidades não é lucrativa a este preço (na verdade só lhe traz prejuízo!).

Porém, a procura total, ao preço de 11, é superior à oferta disponível: $8=(3+3+2)> 5$. Por isso, o leilão continua com o preço proposto pelo leiloeiro a aumentar.

Suponha que o preço foi subindo e que chegou a 16, sendo as propostas das empresas as que vê na tabela 2. Aplicando o mesmo raciocínio de procurar ganhos e evitar prejuízos, verificamos que ao preço de 16, a empresa A continuaria a querer comprar as 3 unidades uma vez que todas elas têm um custo superior ao preço de 16, pelo que se comprasse as 3 unidades a este preço realizaria ganhos em todas elas. O mesmo se passa com a empresa B: todas as 3 unidades têm um custo superior ao preço de 16. Note-se agora que ao preço de 16, a empresa C já só quer comprar 1 unidade, uma vez que só uma das suas 3 unidades é lucrativa a este preço.

No entanto, ao preço de 16, a procura total continua a ser superior à oferta disponível: $7=(3+3+1)> 5$. Assim, o leiloeiro volta a aumentar o preço e admita que chega ao preço de 25. Aplicando o mesmo raciocínio de querer comprar apenas as unidades que são lucrativas, isto é, aquelas unidades cujo custo é superior ao preço proposto pelo leiloeiro, a empresa A continua a querer comprar as suas 3 unidades a este preço. No entanto, para o preço de 25 só 1 unidade da empresa B é lucrativa, pelo que esta empresa submete apenas 1 unidade para compra. A este mesmo preço, a empresa C tem também apenas 1 unidade lucrativa.

Note agora que a procura total ao preço de 25 é exactamente igual à oferta disponível ($5=3+1+1$), pelo que o leilão termina (o leiloeiro não propõe mais preços).

Note ainda que para cada um dos preços propostos de 11 a 25, as quantidades submetidas por cada uma das empresas são sempre iguais ou menores às quantidades que submeteram ao preço anterior. Porquê? Porque dado que o preço proposto pelo leiloeiro vai aumentando, o número de unidades lucrativas que cada empresa tem ou se mantém igual ao número que tinha anteriormente ou diminui. Isto significa que para realizar ganhos no leilão, as quantidades submetidas por cada empresa a cada novo preço tem que necessariamente ser igual ou menor do que as quantidades submetidas ao preço anterior.

E agora, sim, coloca-se a questão: quantas unidades foram adquiridas por cada empresa e a que preços?

Como anteriormente dito, as unidades adquiridas e o preço ao qual cada empresa adquire unidades depende não só das quantidades que se propôs comprar a esse preço, mas também da soma das quantidades que as outras empresas se propõem comprar a esse mesmo preço. É que para cada preço e cada empresa, o leiloeiro calcula a soma das quantidades procuradas pelas outras empresas e que se designa por

Procura Residual, tal como se mostra na tabela 3. Recorde que para o preço de 11 houve uma procura total de 8 unidades, 5 das quais procuradas pelas empresas B e C (3 pela B + 2 pela C) e é esse valor que se mostra na célula correspondente à empresa A para o preço de 11 e que se designa por procura residual da empresa A. Por exemplo, para o preço de 11, a procura das empresas A e B foram de $3+3=6$ e é esse valor que forma a procura residual da empresa C. Ao preço de 25, por exemplo, a procura das empresas B e C foi de $1+1=2$ e é esse valor que forma a procura residual da empresa A a esse preço. Ou seja, a procura residual para cada empresa a cada um dos preços corresponde à soma das quantidades procuradas pelas outras empresas em cada um desses preços.

Agora, de acordo com as regras deste leilão, o que o leiloeiro faz é: para cada preço, vende a cada empresa um número de unidades igual à oferta fixa menos a sua procura residual (Oferta-Procura Residual) desde que esta diferença seja positiva. Esta regra é para benefício das empresas e as contas encontram-se na tabela 4.

Olhemos para o último preço do leilão (o preço mais elevado-25) desta tabela. A este preço, a diferença Oferta-Procura Residual para a empresa A é de 3 unidades; para as empresas B e C é de 1 unidade, respectivamente. Assim, o leiloeiro poderia vender 3 unidades à empresa A ao preço de 25 (e, ao mesmo preço, 1 unidade à empresa B e 1 unidade à empresa C). No entanto, para o preço imediatamente anterior (preço de 16), a diferença Oferta-Procura Residual para a empresa A já era positiva, pelo que o leiloeiro vende 1 das unidades à empresa A pelo preço de 16 e apenas as restantes duas unidades ao preço de 25. Assim, ao invés de pagar $3 \times 25 = 75$ pontos pelas 3 unidades adquiridas, a empresa A só paga $1 \times 16 + 2 \times 25 = 66$ pontos pelas 3 unidades adquiridas. No caso da empresa B, o leiloeiro poderia vender-lhe 1 unidade ao preço de 25. No entanto, para o preço imediatamente anterior (preço de 16), a

diferença Oferta-Procure Residual para a empresa B já era positiva, pelo que o leiloeiro vende essa unidade à empresa B pelo preço de 16. Assim, ao invés de pagar $1 \times 25 = 25$ pontos pela unidade adquirida, a empresa B só paga $1 \times 16 = 16$ pontos. No caso da empresa C, a diferença Oferta-Procure Residual só é positiva para o preço de 25, pelo que o leiloeiro vende-lhe a unidade a esse preço. A tabela 5 sumaria a informação sobre as quantidades adquiridas pelas empresas no leilão e os pagamentos em pontos efectuados pelas empresas.

Esta é a forma como se processa o leilão inicial. A única coisa que resta agora esclarecer é o que acontece se aos preços propostos pelo leiloeiro, a soma das quantidades submetidas por todas as empresas fosse inferior à oferta fixa de 5 unidades. O que acontece é o seguinte:

(1) Se a soma das quantidades submetidas for inferior à oferta logo no primeiro preço proposto pelo leiloeiro, cada empresa adquire as quantidades que submeteu a esse preço e o leilão acaba e as empresas são informados das quantidades que adquiriram e a que preço.

(2) Se a soma das quantidades submetidas for inferior à oferta num qualquer preço posteriormente proposto pelo leiloeiro, o leiloeiro procede à atribuição de quantidades a cada uma das empresas por forma a garantir a venda de todas as unidades oferecidas. Para benefício das empresas, as regras para esta atribuição são as seguintes: Para o preço imediatamente anterior em que as quantidades procuradas ainda eram superiores à oferta, o leiloeiro calcula o excesso de procura e começando pela empresa com a maior quantidade procurada a esse preço, retira-lhes sequencialmente uma unidade procurada até que a soma das quantidades procuradas iguale a oferta. A restrição que o leiloeiro satisfaz neste procedimento é a de garantir

que não retira a qualquer uma das empresas unidades que já tenham adquirido a preços anteriores do leilão. Depois do leiloeiro proceder a estas atribuições, o leilão termina e os compradores são informados das quantidades que adquiriram e a que preço.

Recorde que o objectivo de participar no leilão é reduzir custos para obter ganhos. Retomando o nosso exemplo, vejamos então quais os ganhos destas 3 empresas, olhando novamente para a tabela 1.

A empresa A teria custos de 120 pontos se não comprasse nenhuma das 3 unidades no leilão. No entanto, como as adquiriu no leilão por 66 pontos poupou $120 - 66 = 54$ pontos. Estes 54 pontos correspondem então aos ganhos da empresa A no leilão.

Por seu lado, a empresa B teria custos de 76 se não comprasse nenhuma das 3 unidades no leilão. No entanto, adquiriu uma unidade no leilão por 16 pontos pelo que para entregar as 3 unidades a que está obrigada, a empresa B passa a suportar um custo de apenas $17 + 24 + 16 = 57$ pontos. Com o leilão a empresa B ganha, portanto, $76 - 57 = 19$ pontos.

Igualmente, a empresa C tem ganhos com a participação no leilão. Teria custos de 49 com as 3 unidades mas como adquiriu uma no leilão, ao preço de 25, os seus custos baixam para $47 = 7 + 15 + 25$. Ou seja, tem um ganho de $49 - 47 = 2$ pontos.

Como vê, as empresas realizam ganhos no leilão por comprarem as unidades que precisam a um preço inferior ao seu custo. Portanto, se para adquirir uma unidade for necessário pagar um preço superior ao seu custo, não a deve comprar (pois tal só lhe traria um aumento de custos, logo, acarretaria prejuízos e não ganhos).

Alguma questão até aqui?

1º Mercado

Depois de encerrado o leilão, segue-se um mercado onde as empresas podem transaccionar unidades entre si. Ou seja, *vender* unidades adquiridas no leilão a um preço superior ao seu custo, ou comprar unidades a outras empresas a um preço inferior ao seu custo.

Vejamos, com um exemplo, de que forma as empresas podem realizar ganhos nesta fase. Consideremos, por hipótese, que neste mercado existem apenas duas empresas (as empresas A e C) e que no leilão inicial a empresa A e a empresa C tinham adquirido, respectivamente, 2 e 1 unidades.

EMPRESA A			EMPRESA C		
UNIDADES	CUSTOS	ADQUIRIDAS	UNIDADES	CUSTOS	ADQUIRIDAS
1	30		1	7	
2	40	SIM	2	15	
3	50	SIM	3	27	SIM

Recorde que estas empresas têm de entregar as 3 unidades, suportando o seu custo ou adquirindo-as no leilão.

Se não transaccionarem unidades, a empresa A tem um custo de 30 pontos com a 1ª unidade, a única que não adquiriu no leilão, e a empresa C tem um custo de 22 (7+15) pontos, correspondentes ao custo das duas unidades que não adquiriu no leilão.

No entanto, estas empresas podem reduzir os seus custos se transaccionarem unidades. Por exemplo, a empresa A pode tentar comprar a 1ª unidade a um preço mais baixo do que os 30 pontos do seu custo. A empresa C pode vender a 3ª unidade a um preço maior do que os 27 pontos. Imagine então que a empresa C coloca um preço de venda de 29 pontos e que a empresa A compra.

Isso significa que a empresa A não tem agora de suportar o custo da 1ª unidade, uma vez que a comprou à empresa C, ao preço de 29 pontos. Os custos da empresa A passam a ser de 29, pelo que os seus ganhos com esta transacção foram de 1 ponto (30-29).

Por seu lado, a empresa C suporta o custo da 3ª unidade (27), pelo que os seus custos aumentaram face à situação inicial: $7+15+27=49$. No entanto, como recebeu 29 pontos pela venda da 3ª unidade, em termos líquidos os seus custos foram de 20 ($7+15+27-29$). Ou seja, comparativamente com a situação em que não efectuava qualquer transacção, teve um ganho de 2 pontos (22-20).

Como vê, neste mercado as empresas realizam ganhos por *comprarem as unidades que não adquiriram no leilão a um preço inferior ao seu custo e por VENDEREM as unidades que adquiriram no leilão a um preço SUPERIOR AO SEU CUSTO.*

De facto, em cada período os seus ganhos serão aqueles que realizar no leilão (comprando unidades abaixo do seu custo) e no mercado, comprando e vendendo unidades nas condições que referimos. No final desta parte, os seus ganhos em pontos serão convertidos em Euros, à taxa que lhe é dita numa das folhas distribuídas e adicionados aos ganhos na segunda parte e aos 5 euros de participação.

Note bem que não é do seu interesse comprar unidades a um preço superior ao custo, nem vender unidades a um preço inferior ao custo, porque isso implica ter prejuízos em vez de ganhos.

Alguma questão?

Incerteza e 2º Mercado

No entanto, por motivos alheios às empresas, pode acontecer que no final de cada período detenham mais uma ou menos uma unidade do que aquelas que têm de entregar. Este acontecimento é o resultado da extracção aleatória para cada empresa, e para cada período, de um número (-1, 0, +1) com igual probabilidade.

Se sair o número 0, significa que detém exactamente o número de unidades que é obrigado a entregar no período.

Se sair o número +1, significa que detém mais uma unidade do que o previsto. Ou seja, suportou o seu custo quando já tinha adquirido uma unidade no leilão, que o dispensava de fazer. Por isso, os seus ganhos vêm reduzidos no montante desse mesmo custo.

Se sair o número -1, significa que detém menos uma unidade do que o previsto, pelo que não tem unidades suficientes para entregar. Por isso, incorre no pagamento de uma multa no valor de 560 pontos, sendo ainda obrigado a entregar mais uma unidade no período seguinte.

Uma vez que o resultado desta incerteza não é da responsabilidade das empresas, é aberto nesse mesmo período um mercado especialmente para as empresas a quem saiu o número +1 ou o número -1 para que tentem minimizar os prejuízos decorrentes destes resultados, vendendo a unidade em excesso ou comprando a unidade em falta para entrega e não pagando a multa.

Note que neste mercado, ao contrário do que acontecia no anterior, pode ser do seu interesse comprar a unidade em falta a um preço superior ao seu custo, para não ter de suportar a multa. Da mesma forma, pode também vender a unidade em excesso a um preço mais baixo que o seu custo, para lhe diminuir as perdas do período. No entanto, e porque pode acontecer que em algum período não consiga

comprar ou vender o que necessita nesse mercado especial, é-lhe dada a possibilidade no início de cada período de guardar alguma ou algumas das unidades que adquiriu. Assim, caso em algum desses períodos futuros lhe venha a sair o número -1, assegura que já tem uma unidade para entrega, evitando pagar a multa mesmo que no mercado especial não consiga comprar a unidade em falta (obviamente, se a comprar não precisa de a usar nesse período). Por outro lado, caso não consiga vender uma unidade em excesso, tem também a oportunidade de a guardar para usar em períodos posteriores.

Em suma, as suas tarefas em cada um dos períodos irão processar-se em seis fases:

1ª FASE: Propor as quantidades a adquirir para cada preço anunciado pelo leiloeiro (computador). Recorde que só deve propor comprar as unidades para as quais o preço indicado é inferior ao custo.

2ª FASE: Decidir se e quantas das unidades adquiridas quer guardar.

3ª FASE: Propor preços de compra para as unidades que não adquiriu e preços de venda para as unidades que adquiriu no leilão; comprar e vender unidades a preços propostos pelas outras empresas. Recorde que só deve comprar (e propor preços de compra) a preços inferiores ao custo das unidades que não adquiriu no leilão; Só deve vender (e propor preços de venda) a preços superiores ao custo das unidades que adquiriu no leilão. Nesta fase, o computador não lhe permite realizar transacções com prejuízo para si.

4ª FASE: Aguardar pelo resultado da incerteza. Se lhe sair o número 0, não terá mais nenhuma tarefa até ao final desse período e só terá que esperar pelo início do período seguinte. Se lhe sair o número -1 ou o número +1, irá receber informação

no seu ecrã que lhe recorda as consequências e o que tem que fazer em cada caso para minimizar perdas e/ou realizar ganhos.

5ª FASE: Se lhe saiu o número +1 ou o número -1, propor preços de compra para a unidade em falta e preços de venda para a unidade em excesso; comprar e vender unidades a preços propostos pelas outras empresas. Nesta fase, o computador permite a realização de transacções com prejuízo.

6ª FASE: Se lhe saiu o número -1 e não conseguiu comprar a unidade em falta na fase anterior, decidir se quer usar agora uma das unidades que eventualmente tenha guardado em períodos anteriores; Se lhe saiu o número +1 e não conseguiu vender a unidade em excesso na fase anterior, decidir se a quer guardar para períodos posteriores.

Para que se familiarize melhor com as tarefas e com os ecrãs onde vai tomar as suas decisões, vamos agora realizar um treino acompanhado durante 3 períodos, com valores respeitantes a uma empresa que não correspondem a nenhum dos valores que os participantes vão posteriormente de facto enfrentar. Depois deste treino acompanhado, vamos dar-lhe a possibilidade de treinar com os seus próprios valores durante 2 períodos, e só depois disso é que daremos início aos 10 períodos de mercado em que as suas decisões têm de facto consequências monetárias.

Tabela 1 – Custos unitários para cada empresa

EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
UNIDADES	CUSTOS	UNIDADES	CUSTOS	UNIDADES	CUSTOS
1	30	1	17	1	7
2	40	2	24	2	15
3	50	3	35	3	27
Total	120	Total	76	Total	49

Tabela 2 – Quantidades submetidas por cada empresa

Preço	EMPRESA A	EMPRESA B	EMPRESA C	Total
11	3	3	2	8
16	3	3	1	7
25	3	1	1	5

Tabela 3 – Soma das quantidades submetidas pelas outras empresas (excluindo a própria)

Preço	Procura Residual da EMPRESA A	Procura Residual da EMPRESA B	Procura Residual da EMPRESA C
11	5	5	6
16	4	4	6
25	2	4	4

Tabela 4 – Oferta fixa – Procura residual

Preço	Procura Residual da EMPRESA A	Procura Residual da EMPRESA B	Procura Residual da EMPRESA C
11	5-5=0	5-5=0	5-6=-1
16	5-4=1	5-4=1	5-6=-1
25	5-2=3	5-4=1	5-4=1

Tabela 5 – Quantidades adquiridas a cada preço e pagamentos

Preço	EMPRESA A		EMPRESA B		EMPRESA C	
	Quantidade	Pagamento	Quantidade	Pagamento	Quantidade	Pagamento
11	0		0		0	
16	1	16	1	16	0	
25	2	50	0		1	25
Total	3	66	1	16	1	25

TREINO ACOMPANHADO

Por favor, olhe agora para o seu monitor e siga exactamente as instruções que eu lhe der. Introduza o número 1 e depois pressione o botão OK. Neste momento deverá estar a ver o seguinte (correspondente à 1ª FASE das suas decisões):

UNIDADES	CUSTO
1	40
2	60
3	110
4	180
5	260
6	350
7	450

No canto superior esquerdo, encontra informação sobre o período em que se encontra (neste caso, no 1º período de um total de 3—será um total de 10 períodos na experiência real); no canto superior direito, a indicação do tempo restante para esta fase (em segundos), e que na experiência real será de 30 segundos.

Na tabela do lado esquerdo, vê o número de unidades que a empresa tem que entregar em cada período (neste caso, são 7) e os custos de cada uma das unidades (a 1ª unidade tem um custo de 40; a 2ª unidade tem um custo de 60; etc.).

Na caixa do canto superior direito tem a indicação do primeiro preço proposto pelo leiloeiro (computador) para cada uma das unidades disponíveis. Recebe ainda

informação acerca do número de unidades que lhe custam mais do que 130, ou seja, as unidades em que realizaria ganhos se comprasse (4 unidades).

Na caixa azul, com a designação “Quantidade” deve colocar o número de unidades que pretende comprar. Esta tem de ser sempre preenchida antes de avançar - se não pretender comprar nenhuma unidade deve colocar o número zero.

Coloque agora o número 4 na caixa azul e de seguida carregue no botão vermelho “OK”.

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 283

UNIDADES	CUSTO
1	40
2	80
3	110
4	180
5	260
6	350
7	450

Preço = 130

Tem 4 unidades lucrativas a este preço.

Recorde que o seu ganho em cada unidade é CUSTO-PREÇO

Número de unidades que pretendo comprar a este preço

Quantidade

Depois de carregar no botão “OK” deve aparecer-lhe o seguinte ecrã.

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 599

UNIDADES	CUSTO
1	40
2	60
3	110
4	180
5	260
6	350
7	450

Preço= 160

Tem 4 unidades lucrativas a este preço.

Recorde que o seu ganho em cada unidade é CUSTO-PREÇO

Número de unidades que pretendo comprar a este preço

Quantidade

Repare agora que o preço proposto pelo computador é de 160. Isso significa que ao preço anterior (130) o total de unidades procuradas no leilão era superior às oferecidas. Enquanto isto acontecer, o preço proposto vai sempre aumentando.

A este novo preço (160), continua a ser lucrativo comprar 4 unidades. Por isso, insira novamente a quantidade de 4 na caixa azul e pressione “OK”. Deverá agora aparecer-lhe o seguinte ecrã:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 596

UNIDADES	CUSTO
1	40
2	60
3	110
4	180
5	260
6	350
7	450

Preço: 190

Tem 3 unidades lucrativas a este preço.

Recorde que o seu ganho em cada unidade é CUSTO-PREÇO

Número de unidades que pretendo comprar a este preço

Quantidade

O preço voltou a subir (é agora de 190), o que significa que ainda há mais unidades procuradas do que as unidades oferecidas. Pode verificar igualmente que a este preço deixa de ser lucrativo comprar a 4ª unidade porque lhe custa 180 e o preço de aquisição no leilão é de 190. Se a comprasse a este preço teria um prejuízo de 10 ($180-190=-10$). Como não é do seu interesse ter prejuízos, insira então o número 3 na caixa azul relativa à “Quantidade” e pressione “OK”.

(Note: À medida que o preço proposto pelo leiloeiro aumenta, o número de unidades que se propõe comprar tem de ser menor ou igual ao preço anterior.)

Aparece-lhe agora o seguinte ecrã: (nos períodos reais, a informação deste ecrã pode demorar algum tempo a surgir. Se tal ocorrer, por favor aguarde enquanto o programa reúne a informação submetida pelos participantes)

Período: 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 530

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

O seu ganho total no leilão é de 490 pontos.

Adquiriu um total de 3 unidades aos seguintes preços:

QUANTIDADES	PREÇOS
0	130
0	160
3	190

Neste momento o leilão termina e é informado acerca das unidades que conseguiu comprar e a que preços. Na tabela de custos do lado esquerdo essas unidades estão assinaladas com a palavra SIM, na coluna com a designação “Adquirida”. De acordo com as regras que explicamos anteriormente, foram-lhe atribuídas 3 unidades ao preço de 190 pelo que o seu ganho nesta parte é de 490 pontos, correspondentes à diferença entre o custo e o preço pago por cada unidade ($450-190+350-190+260-190$).

Carregue no botão “OK” no fundo do ecrã. **Deve agora estar a ver o seguinte (correspondente à 2ª FASE das suas decisões):**

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 594

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS											
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planeado	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="3"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px; height: 20px;" type="text" value="0"/>	0

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

Lucro neste período= 490

Lucro acumulado até agora= 0

Na tabela do lado direito, vê o número de unidades que conseguiu adquirir no leilão do período actual. É na linha com os quadrados a azul que tem que dar entrada da sua decisão sobre as unidades que quer guardar para períodos futuros.

Caso quisesse guardar uma unidade para usar no 2º período, então seleccionava com o rato o número 3 correspondente ao 1º período e alterava-o para o número 2, introduzindo esse número no espaço correspondente. Por favor, certifique-se agora de que é capaz de o fazer sem problemas, obtendo o seguinte no seu ecrã:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 554

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planejado	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 490
Lucro acumulado até agora= 0

Por favor, pressione agora o botão a vermelho que diz “TOTAL”. Deverá agora ver:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 531

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planejado	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

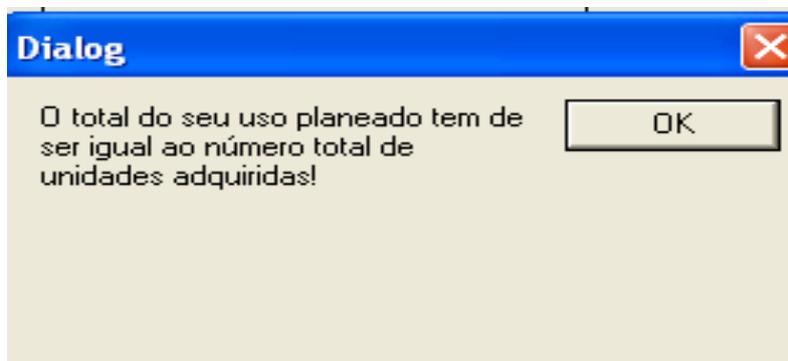
TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 230
Lucro acumulado até agora= 230

Isto significa que quando pressiona esse botão, o computador calcula a soma das unidades adquiridas que está a planear usar ao longo de todos os períodos. Como observa, esse número é de 2.

Pressione agora o botão que diz “OK para avançar”. Deverá receber a seguinte mensagem de erro:



De facto, o número total de unidades que adquiriu neste exemplo é de 3. Assim, se guarda uma unidade no período actual, tem que garantir que planeia usá-la num qualquer período posterior. Imagine que decidia usá-la no segundo período. Então teria que colocar o número 1 no quadrado azul correspondente ao 2º período. Para isso, pressione OK na mensagem e mais uma vez seleccione com o rato o número existente no 2º período e substitua-o pelo número 1. Deverá estar agora a observar o seguinte:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 450

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planeado	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 230
Lucro acumulado até agora= 230

Agora, volte a pressionar o botão vermelho para a conta do Total. Deverá observar:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 426

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS											
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planejado	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL!

OK para avançar

Lucro neste período= 230
Lucro acumulado até agora= 230

NÃO o faça agora!! Mas se agora pressionasse o botão a cinzento, passaria imediatamente para a fase seguinte e não poderia alterar a decisão tomada!

Repare agora que, no fundo do ecrã, dispõe de mais informação. É-lhe dada a informação sobre o lucro realizado neste período. O valor de 230 correspondia ao lucro de 490 realizado no leilão deste período, deduzido do prejuízo de 260 decorrente do facto de ter decidido guardar uma unidade para um período futuro, suportando o seu custo agora mas poupando esse custo no futuro ($230=490-260$).

Por último, dispõe ainda da informação sobre o lucro em pontos que vai acumulando ao longo de todas as fases e de todos os períodos. Esta é uma informação que será dada em todos os ecrãs.

Por favor, volte agora a colocar o número 3 no espaço correspondente ao 1º período e o número 0 no 2º período e pressione o botão TOTAL. Assegure-se que tem o seguinte no seu monitor:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 105

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Uso planejado	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	3

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 490
Lucro acumulado até agora= 490

Pressione agora o botão “OK para avançar”.

Aparece-lhe agora no seu monitor o seguinte (correspondente à 3ª FASE das suas decisões):

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 17996

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180		0
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Preço VENDA

OK

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preços Transacções

Lucro neste período= 490
Lucro acumulado até agora= 490

OK para fase seguinte

Note que ainda se encontra no 1º período, e que na experiência real terá 180 segundos (ie, 3 minutos) para tomar decisões. Neste ecrã recebe a informação actualizada sobre as unidades que tem para comprar e para vender, de acordo com a decisão tomada na fase anterior. Uma vez que não decidiu guardar nenhuma unidade para o futuro, tem 3 unidades adquiridas neste período que pode vender se for lucrativo fazê-lo e tem 4 unidades que pode comprar se for lucrativo.

Recorde que ser lucrativo significa comprar unidades não adquiridas a um preço inferior ao seu custo e vender unidades adquiridas a um preço superior ao seu custo.

Para isso poderá propor preços de compra e preços de venda, por unidade.

Deverá introduzir os preços a que quer comprar no quadrado azul debaixo da entrada “Preço Compra” e depois pressionar o botão OK que se encontra nessa mesma caixa.

Por favor, introduza o valor 30 nesse quadrado e pressione OK. Deverá agora ver o seguinte:

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180		0
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preços Transacções	
Preço COMPRA	30
Compra-se ao preço de	30
Vende-se ao preço de	

Preço COMPRA	30	OK
Preço COMPRA	30	VENDO
Preço COMPRA	30	COMPRO
Preço COMPRA	30	OK
Preço COMPRA	30	OK

Lucro neste período=	490
Lucro acumulado até agora=	490

OK para fase seguinte

Como vê, as propostas de compra de cada um dos participantes aparecem listadas na caixa sob o título “Compra-se ao preço de”. Neste caso, colocamos o preço de 30 porque é inferior ao custo de qualquer uma das unidades que não adquiriu.

Mas pode acontecer que comecemos a verificar que a um preço tão baixo ninguém está disposto a vender-nos unidades. Assim, podemos decidir aumentar um pouco o preço de compra. Por favor, seleccione com o rato o preço de compra de 30 que tinha proposto e substitua-o pelo valor 50, pressionando o botão OK de seguida:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 17894

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180		0
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preço VENDA

OK

Lucro neste período= 490
Lucro acumulado até agora= 490

OK para fase seguinte

Verifica agora que o preço de 30 que havia proposto desaparece da lista de preços de compra, aparecendo o preço de 50. Note que deve começar sempre por propor um preço de compra mais baixo e depois subir o preço se for preciso, pois nunca lhe será permitido propor na mesma fase um preço de compra inferior ao que tenha sido introduzido anteriormente (por si ou por outros).

Note agora que mesmo com este preço mais elevado, ainda ninguém nos vendeu nenhuma unidade. Mas, note também que alguém (é o computador) está disposto a vender unidades ao preço de 100. De facto, pode ver as propostas de venda na caixa sob o título “Vende-se ao preço de”. Uma vez que ao preço de 100 ainda realizamos lucro na 4ª unidade, vamos aceitar comprar a este preço. Para isso, seleccione com o rato o preço “100” que se encontra nessa caixa e de seguida pressione o botão vermelho que diz “COMPRO”.

Deve agora ver:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 17842

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180	Comprada	80
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Preço VENDA

OK

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preços Transacções

100

Lucro neste período= 570

Lucro acumulado até agora= 570

OK para fase seguinte

A coluna a cinzento mais elevada mostra-lhe que foi transaccionada (ie, alguém vendeu e alguém comprou) uma unidade ao preço de 100. Ao mesmo tempo, pode verificar que a sua 4ª unidade acabou de ser comprada por si, realizando um lucro de 80 nessa unidade porque a comprou mais barata do que o seu custo ($180-100=80$).

Como vê, ao mesmo tempo que propõe preços de compra, deverá também verificar quais os preços a que os outros estão dispostos a vender unidades, e comprar a esses preços se forem lucrativos para si.

Deverá introduzir os preços a que quer vender no quadrado azul debaixo da entrada “Preço Venda” e depois pressionar o botão OK que se encontra nessa mesma caixa.

Por favor, introduza o valor 500 nesse quadrado e pressione OK. Deverá agora ver o seguinte:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 17688

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180	Comprada	80
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preço VENDA

OK

Preços Transacções

100

Lucro neste período= 570

Lucro acumulado até agora= 570

OK para fase seguinte

Como vê, as propostas de venda de cada um dos participantes aparecem listadas na caixa sob o título “Vende-se ao preço de”. Neste caso, colocamos o preço de 500 porque é superior ao custo de qualquer uma das unidades que adquiriu. Mas pode acontecer que venhamos a observar que a um preço tão elevado ninguém nos compra as unidades, pelo que eventualmente teremos que o baixar. Note que deve começar sempre por propor um preço de venda mais elevado e depois baixar o preço se for preciso, pois nunca lhe será permitido propor na mesma fase um preço de venda superior ao que tenha sido introduzido anteriormente.

Entretanto, verifique também que alguém (é o computador) está disposto a comprar unidades ao preço de 300.

De facto, pode ver as propostas de compra na caixa sob o título “Compra-se ao preço de”. Uma vez que ao preço de 300 ainda realizamos lucro na 5ª unidade, vamos aceitar vender a este preço. Para isso, seleccione com o rato o preço “300” que se encontra nessa caixa e de seguida pressione o botão vermelho que diz “VENDO”.

Deve agora ver:

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180	Comprada	80
5	260	Vendida	40
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preços Transacções
100
300

Preço COMPRA: 50

OK

Preço VENDA: 500

OK

Compre-se ao preço de

VENDO

Vende-se ao preço de

COMPRO

Lucro neste período= 610
Lucro acumulado até agora= 610

OK para fase seguinte

Pode agora verificar que a sua 5ª unidade acabou de ser vendida por si, realizando um lucro de 40 nessa unidade porque a vendeu mais cara do que o custo ($300-260=40$).

Como vê, ao mesmo tempo que propõe preços de venda, deverá também verificar quais os preços a que os outros estão dispostos a comprar unidades, e vender a esses preços se forem lucrativos para si.

Verifique agora que o Lucro que realizou até agora neste período foi de 610 pontos, correspondentes aos $490+80+40$ pontos realizados no leilão, na compra da 4ª unidade e na venda da 5ª unidade, respectivamente.

Esta fase termina automaticamente após 3 minutos, mas se preferir avançar para a fase seguinte antes do tempo terminar, pressione o botão “OK para fase seguinte” que se encontra no fundo do monitor. Por favor, faça-o agora.

Neste momento aguarda a resolução da incerteza por parte do computador (4ª FASE), que neste caso e só para efeitos de treino foi previamente programada.

Deverá agora ver o seguinte ecrã, tendo-lhe saído o número +1:

- Período				Tempo Restante [sec]: 36	
1 em 3					
UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS		
1	40		0	Resolução da Incerteza	
2	60		0		
3	110		0		
4	180		0		
5	260	SIM	-260		
6	350	SIM	0		
7	450	SIM	0		
				Variação nas Unidades detidas: 1	
				Detém mais uma unidade do que o previsto. Foi suportado desnecessariamente o custo da unidade número:	
				<table border="1"> <tr> <td>5</td> </tr> </table>	5
5					
				<p>Pode, porém, tentar ainda vendê-la no mercado que abre de seguida ou então guardá-la para períodos futuros.</p> <p>Se VENDER, o seu ganho será de Preço de Venda - Custo dessa unidade.</p> <p>Se GUARDAR, os ganhos actuais diminuem no valor do seu custo mas num momento futuro aumentam pelo valor do custo que evitar então suportar.</p> <p>Se nada fizer, essa unidade terá um impacto negativo nos seus ganhos, correspondente ao valor do seu custo.</p>	
				<p>Impacto da Incerteza no Lucro= -260</p> <p>Lucro neste período= 350</p> <p>Lucro acumulado até agora= 350</p>	

Este ecrã desaparece automaticamente ao fim de 40 segundos. Atente, no entanto, na informação que ele lhe presta. É-lhe dito que, por acaso, detém mais uma unidade do que o previsto (a 5ª unidade). Assim, o seu lucro vem reduzido no montante desse custo suportado desnecessariamente. Ou seja, estava a realizar um lucro de 610 no período, mas face a este acontecimento, o seu lucro passou a ser de apenas 350 (610-260). Para minimizar este prejuízo, pode tentar vender essa unidade no mercado que abre de seguida ou guardá-la para um período futuro.

O ecrã do mercado que abre de seguida (5ª FASE) é igual ao anterior e funciona sob as mesmas regras (tem 90 segundos), mostrando-lhe que deve tentar vender a 5ª unidade:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 43

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110		0
4	180		0
5	260	A vender	-260
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Preço VENDA

OK

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preços Transacções

Lucro neste mercado= 0
 Lucro neste período= 350
 Lucro acumulado até agora= 350

OK para fase seguinte

Para abreviar este treino, não vamos fazer nada neste mercado. **Pressione o botão “OK para fase seguinte” (6ª FASE).** Uma vez que ainda não está no último período, e não tem unidades guardadas que ultrapassem o limite do que tem que entregar nos próximos 2 períodos, é-lhe colocada a seguinte questão:

Período 1 em 3 Tempo Restante [sec]: 51

Se preferir, pode guardar a unidade para o próximo período.

Quer guardar uma unidade agora?

SIM
 NÃO

NOTA:

Se escolher NÃO, suporta o custo desta unidade, afectando assim os seus resultados de forma negativa.

Se escolher SIM, fica com mais uma unidade guardada para o próximo período.

Depois de assinalar a sua escolha, clique em OK para continuar.

OK

OK para avançar

Lucro neste período= 350
 Lucro acumulado até agora= 350

Admita que a pretende guardar. Então, seleccione com o rato o círculo SIM, pressione o botão OK vermelho e depois o botão OK para avançar.

Inicia-se agora o 2º Período. Pressione o botão OK. Tudo se repete tal como no 1º Período. A excepção é que agora tem uma unidade guardada e essa informação é-lhe dada neste ecrã. Caso a pretenda usar neste período (para entregar a 7ª unidade) então apenas é lucrativo comprar mais 3 unidades.

Período 2 em 3 Tempo Restante [sec]: 595

UNIDADES	CUSTO
1	40
2	80
3	110
4	180
5	260
6	350
7	450

Preço = 130

Tem 4 unidades lucrativas a este preço.

Recorde ainda que tem 1 unidade(s) guardada(s) de períodos anteriores.

Se a(s) pretender usar, então passam a ser apenas 3 as unidades lucrativas a este preço.

Número de unidades que pretendo comprar a este preço

Quantidade

OK

Mas vamos supor que continuamos a tentar comprar as 4 unidades. Coloque 4 na caixa azul e faça “OK”. Volte a colocar 4 para o preço de 160. Ao preço de 190 coloque 3 e pressione “OK”.

Veja o ganho no leilão e volte a pressionar “OK”.

Período 2 em 3 Tempo Restante [sec]: 572

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	SIM
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS											
Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Uso planejado	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 490

Lucro acumulado até agora= 350

Novamente, nesta 2ª FASE tem que decidir se quer usar as 4 unidades que possui neste período ou se quer guardar alguma ou algumas para o futuro, seguindo os mesmos procedimentos que anteriormente vimos.

Admita que não quer alterar o que já está, ie, não quer guardar nenhuma unidade para o 3º período; então pressione o botão TOTAL.

Período 2 em 3 Tempo Restante [sec]: 552

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	SIM
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	SIM

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Uso planejado	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	4

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

Lucro neste período= 670
Lucro acumulado até agora= 1020

Note que o seu lucro no período vem imediatamente aumentado em 180 pontos (670-490). Porquê? Porque neste período não tem que suportar o custo da 4ª unidade, uma vez que já havia suportado no período anterior e que a está a usar agora para entrega. Note também que o seu lucro acumulado era de 350 oriundo do período anterior, passando agora para $350+670=1020$.

Pressione agora o botão OK para avançar. Entra na 3ª FASE em que deve propor preços de compra para as unidades que não estão registadas como adquiridas e preços de venda para as unidades que estão registadas como adquiridas. Por favor, não faça nada nesse mercado e pressione “OK”.

A resolução da incerteza traz-lhe agora o seguinte ecrã:

Período				Tempo Restante [sec]: 37	
2 em 3					
UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS	Resolução da Incerteza	
1	40		0		
2	80		0		
3	110		-450		
4	180	SIM	0		
5	260	SIM	0		
6	360	SIM	0		
7	450	SIM	0		
				Variação nas Unidades detidas: -1	
				Detém menos uma unidade do que o previsto, pelo que não tem unidades suficientes para entregar. Não foi suportado o custo da unidade número: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>3</td> </tr> </table>	3
3					
				Pode, porém, tentar ainda comprar essa unidade em falta no mercado que abre de seguida ou então, se tiver alguma unidade guardada, usá-la agora. Se COMPRAR, o seu ganho será de Custo dessa unidade - Preço de Compra. Se USAR uma unidade previamente guardada, os seus ganhos aumentam no valor do custo desta unidade. Se nada fizer, não suporta o custo desta unidade mas terá de pagar uma multa no valor de 560 e no período seguinte terá de entregar uma das unidades que adquiriu no leilão.	
				Impacto da Incerteza no Lucro= -450 Lucro neste período= 220 Lucro acumulado até agora= 570	

Como vê, agora saiu-lhe o número -1. Isso significa que detém menos uma unidade que o previsto (a 3ª unidade), pelo que se nada fizer terá que pagar uma multa de 560 pontos. Note, no entanto, que o impacto negativo dessa incerteza nos seus lucros não é de 560, mas sim de 450. Porquê? Porque como não suportou o custo da 3ª unidade, poupou esses 110 pontos. Assim, o seu prejuízo líquido é de $110-560=-450$. O seu lucro no período é para já de $670-450=220$ e os seus lucros acumulados são $1020-450=570$.

Deve estar agora já com o ecrã correspondente à 5ª FASE, em que um mercado é aberto para que possa tentar comprar a unidade em falta:

Período 2 em 3 Tempo Restante [sec]: 24461

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA	LUCROS
1	40		0
2	60		0
3	110	A comprar	-450
4	180	SIM	0
5	260	SIM	0
6	350	SIM	0
7	450	SIM	0

Preço COMPRA

OK

Compra-se ao preço de

VENDO

Vende-se ao preço de

COMPRO

Preço VENDA

OK

Preços Transacções

Lucro neste mercado= 0
 Lucro neste período= 220
 Lucro acumulado até agora= 570

OK para fase seguinte

Por favor, para abreviar, não introduza preços e pressione agora o botão OK para fase seguinte. Neste momento, passou imediatamente para o período 3. Note, no entanto que, caso tivesse na 1ª FASE deste período decidido guardar uma unidade para o futuro, então ter-lhe-ia surgido o seguinte ecrã:

Período	2 em 3	Tempo Restante [sec]: 32
Neste período tem 1 unidade(s) guardada(s).		
Quer usar uma unidade agora?		
<input type="radio"/> SIM <input type="radio"/> NÃO		
<small>NOTA: Se escolher NÃO, terá que pagar a MULTA de 560 e é-lhe retirada uma das unidades que adquiriu no leilão do período seguinte.</small>		
<small>Depois de assinalar a sua escolha, clique em OK para continuar.</small>		
<input type="button" value="OK"/>		
<input type="button" value="OK para avançar"/>		
Lucro neste período= 110 Lucro acumulado até agora= 460		

Nesse caso, mesmo que não tivesse conseguido comprar a unidade em falta, evitaria pagar a multa escolhendo usar a unidade agora. Além disso, no 3º Período não teria de entregar mais uma unidade.

Repita, por favor, os procedimentos anteriores no leilão, inserindo as unidades recomendadas no próprio ecrã.

Depois de terminado o leilão, verifica que comprou novamente 3 unidades ao preço de 190. Mas atente agora no ecrã que abre de seguida.

Período 3 em 3 Tempo Restante [sec]: 572

UNIDADES	CUSTO	ADQUIRIDA
1	40	
2	60	
3	110	
4	180	
5	260	SIM
6	350	SIM
7	450	

PLANO DE UTILIZAÇÃO DAS UNIDADES ADQUIRIDAS

Período	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TOTAL
Adquiridas	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Uso planejado	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0

CLIQUE OK PARA CALCULAR O TOTAL DAS UNIDADES ADQUIRIDAS.

TOTAL

OK para avançar

Lucro neste período= 230
Lucro acumulado até agora= 570

Como no 2º período não guardou nenhuma unidade para a eventualidade de lhe sair o número -1 e depois não comprou nenhuma unidade no mercado especial que abriu, então além da multa que teve que pagar, ainda lhe foi retirada uma unidade adquirida neste período, observando que agora em vez das 3 unidades apenas lhe aparecem 2 na tabela do lado direito - como penalização adicional pela não entrega de uma unidade no período anterior.

Note ainda que os lucros neste período vêm imediatamente reduzidos no valor do custo da 5ª unidade, uma vez que tem agora que suportar o seu custo ($490 - 260 = 230$).

Pressione agora o botão TOTAL e de seguida o botão OK para avançar. No mercado, pressione também OK para fase seguinte. Na resolução da incerteza, sai-lhe agora o número 0, o que significa que detém exactamente o número de unidades que é obrigado a entregar, pelo que passaria imediatamente para o período seguinte. No entanto, como este é o último período, o que lhe aparece é o ecrã que lhe indica em

pontos e em euros os ganhos realizados por si nesta parte. No nosso exemplo, com uma taxa de conversão de 1 euro=100 pontos, esse ecrã é:



O que indica que os seus ganhos teriam sido de 800 pontos, correspondentes a 8.00 Euros. Pressione agora o botão OK. Este é o fim do treino acompanhado. Existe alguma questão que queiram ver esclarecida antes de avançarmos?

Se não existem mais questões, vamos agora dar início a 2 períodos de treino com os valores de custos que correspondem de facto aos valores que vai enfrentar para as suas decisões com consequências monetárias. Além disso, nestes 2 períodos de treino já não será o computador a colocar preços de compra e venda, mas sim os participantes, isto é, a partir de agora, toda a interação se processa única e exclusivamente entre os participantes desta sessão. No entanto, só depois desses 2 períodos de treino é que daremos início aos 10 períodos da experiência real em que as suas decisões têm consequências monetárias para si.

No final desses 10 períodos, iremos determinar os seus ganhos na Parte II e o último ecrã que irá ver é o que sumaria os seus ganhos totais na sessão e que tem o seguinte aspecto:

Período	1 em 1	Tempo Restante [sec]: 11999								
<p>Estes são os seus ganhos em EUROS na sessão de hoje:</p> <table><tr><td>Pela Participação</td><td>5.00</td></tr><tr><td>Pela Parte II</td><td>0.00</td></tr><tr><td>Pela Parte III</td><td>0.00</td></tr><tr><td>TOTAL</td><td>5.00</td></tr></table>			Pela Participação	5.00	Pela Parte II	0.00	Pela Parte III	0.00	TOTAL	5.00
Pela Participação	5.00									
Pela Parte II	0.00									
Pela Parte III	0.00									
TOTAL	5.00									
<p>POR FAVOR, PREENCHA O RECIBO QUE SE ENCONTRA EM CIMA DA SUA SECRETÁRIA NÃO PRESSIONE O BOTÃO OK, OU PODERÁ NÃO SER PAGO PELAS SUAS DECISÕES</p>										
<p>NÃO PRESSIONE ESTE BOTÃO</p>										

Alguma questão? Vamos então avançar. Boas decisões e boa sorte!

ANEXO 5

CONSENTIMENTO INFORMADO

Professora Doutora Anabela Botelho, Investigadora Principal

Núcleo de Investigação em Microeconomia Aplicada
Escola de Economia e Gestão
Universidade do Minho

A seguinte informação é fornecida de forma a permiti-lo(a) decidir se deseja participar no presente estudo. Deve ter conhecimento de que, mesmo que decida participar, é livre de desistir a qualquer momento. No entanto, caso desista prescinde de todos os seus ganhos neste estudo.

Este estudo investiga a forma como as pessoas tomam decisões de carácter económico. Irá receber instruções detalhadas acerca do estudo de hoje dentro de momentos. Ser-lhe-á pedido que tome decisões que afectam os seus ganhos neste estudo. Além de 5 Euros que lhe são pagos apenas pela participação no estudo, poderá receber mais dinheiro dependendo em parte das suas decisões e em parte da sorte. Não hesite em colocar questões acerca do presente estudo. Esteja certo de que o seu nome não será associado de forma nenhuma aos resultados obtidos no presente estudo. Todas as suas acções serão anónimas.

Se concordar em participar neste estudo, por favor assine no espaço abaixo indicado e obrigada por aceitar dar a sua importante contribuição para este estudo.

Atenciosamente,

Anabela Botelho

Eu, _____,
tomei conhecimento do que se investiga neste estudo e do que tenho que fazer para participar no estudo. Fui esclarecido(a) sobre todos os aspectos que considero importantes e as perguntas que coloquei foram respondidas. Fui informado(a) de que tenho o direito de recusar participar e que a minha recusa em fazê-lo não terá consequências para mim. Assim, declaro que aceito participar nesta experiência.

Assinatura _____ Data _____

ANEXO 6**TAXAS DE CONVERSÃO E LIMITE MÁXIMO DE UNIDADES A
ADQUIRIR NO LEILÃO, PARA CADA PARTICIPANTE****S1****INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 850 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **8** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S2**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 3500 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **18** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S3**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 1500 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **39** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S4

INFORMAÇÃO GERAL

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 600 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de 7 unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S5**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 6000 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **25** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S6**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 4200 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **28** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S7**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 1900 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **36** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

S8**INFORMAÇÃO GERAL**

No final da sessão, os seus ganhos em pontos serão convertidos em euros à seguinte taxa:

1 Euro = 700 pontos

Note assim que *quantos mais pontos ganhar em cada momento da sessão maiores serão os seus ganhos monetários.*

INFORMAÇÃO PARA O LEILÃO INICIAL

Existe um limite máximo ao número de unidades que pode propor comprar em cada momento do leilão inicial. No seu caso, esse limite é de **12** unidades.

De qualquer forma, para a/o ajudar na tomada de decisão sobre o número de unidades a comprar que maiores ganhos lhe permite realizar, é-lhe sempre dito no ecrã qual o *número de unidades* que, a cada preço, são *lucrativas* para si.

ANEXO 7

**RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES, NO STATA, DA RELAÇÃO ENTRE AS
ATITUDES FACE AO RISCO, AS VARIÁVEIS SOCIOECONÓMICAS
CONSIDERADAS E O BANKING POR PRECAUÇÃO**

**A. Probit ordenado para as escolhas da MPL face às variáveis socioeconómicas
consideradas**

Ordered probit regression	Number of obs	=	64			
	LR chi2(12)	=	25.42			
	Prob > chi2	=	0.0129			
Log likelihood = -104.0354	Pseudo R2	=	0.1089			

choiceH	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	

Feminino	.7123245	.3208352	2.22	0.026	.083499	1.34115
Maiores22	-.6595026	.4078848	-1.62	0.106	-1.458942	.139937
Junior	.135667	.3482915	0.39	0.697	-.5469718	.8183057
Licenciado	-16.56589	.5513837	-0.00	1.000	-1.08e+07	1.08e+07
GPAhi	-.6200416	.3822137	-1.62	0.105	-1.369167	.1290835
GPAlow	-.3000521	.4205654	-0.71	0.476	-1.124345	.5242409
EdExpect	.1855068	.3931945	0.47	0.637	-.5851402	.9561538
EdFather2	.0504058	.6019551	0.08	0.933	-1.129405	1.230216
EdMother2	-.2395802	.4106726	-0.58	0.560	-1.044484	.5653234
IncomeLow	-.7327718	.4861367	-1.51	0.132	-1.685582	.2200387
IncomeHigh	-1.059358	.859628	-1.23	0.218	-2.744198	.625482
aid	.2528478	.3854525	0.66	0.512	-.5026252	1.008321

/cut1	-9.010873	.2417709			-4738631	4738613
/cut2	-2.254112	.5971143			-3.424435	-1.083789
/cut3	-1.770721	.5578305			-2.864049	-.6773936
/cut4	-.7277074	.5332925			-1.772941	.3175266
/cut5	.2645774	.5343315			-.7826931	1.311848

/cut6	.8546291	.5369501	-.1977737	1.907032
/cut7	1.260805	.5393866	.2036269	2.317984
/cut8	2.188055	.6320418	.9492762	3.426834

B. Efeitos marginais das variáveis socioeconômicas consideradas

Variável	Pr(y=2)	Pr(y=3)	Pr(y=4)	Pr(y=5)	Pr(y=6)	Pr(y=7)	Pr(y=8)	Pr(y=9)	Pr(y=10)
Feminino	-9.11e-17	-.0556308	-.0606881	-.1497554	.044031	.0945984	.0558307	.0610138	.0106003
Maiores22	3.06e-16	.068448	.0641554	.1236063	-.0751689	-.0871769	-.044743	-.0429612	-.0061597
Junior	-5.11e-18	-.0099716	-.0115985	-.0299158	.0085055	.0187585	.0108859	.0114942	.001842
Licenciado	1	-.0168108	-.0335682	-.2244823	-.3783884	-.184232	-.0803049	-.0719774	-.0102359
GPAhi	2.00e-16	.0609125	.0591867	.1201695	-.0654955	-.082753	-.0433879	-.0424084	-.0062239
GPAlow	2.79e-17	.0257307	.0275271	.0628682	-.0266437	-.0412653	-.022446	-.0224327	-.0033383
EdExpect	-1.02e-17	-.0146409	-.0164179	-.0400962	.0139516	.0256607	.0144298	.0148255	.0022873
EdFather2	-1.23e-18	-.0034008	-.0041256	-.0113258	.0023977	.0069384	.004184	.0045661	.0007659
EdMother2	1.40e-17	.0189446	.0211889	.051678	-.0179616	-.0330787	-.0186247	-.0191748	-.0029718
IncomeLow	1.59e-17	.0383708	.0501788	.1623864	.0063608	-.090181	-.0648107	-.0838597	-.0184455
IncomeHigh	1.52e-14	.1718059	.110611	.1167331	-.1780266	-.1195907	-.0522251	-.0439748	-.0053327
aid	-1.22e-17	-.0191534	-.0218793	-.1497554	.0169464	.0348628	.020036	.0210137	.003346

Nota: y=ChoiceH (opção segura – A: High Risk Aversion)

C. Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) de BkgPrecTotal dos sujeitos neutros/avessos ao risco

```
swilk BkgPrecTotal if Averso==1
```

Shapiro-wilk w test for normal data					
variable	obs	w	v	z	Prob>z
BkgPrecTotal	61	0.90233	5.380	3.631	0.00014

Nota: *BkgPrecTotal* corresponde à soma dos títulos guardados no início de cada período da sessão (excepto período 10), por cada sujeito.

Averso==1 identifica os participantes classificados como neutros/avessos ao risco na totalidade das sessões.

D. Teste à mediana do BkgPrecTotal para os sujeitos neutros/avessos ao risco

```
signrank BkgPrecTotal = 9 if Averso==1
```

wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
positive	9	313.5	877.5
negative	36	1441.5	877.5
zero	16	136	136
all	61	1891	1891
unadjusted variance	19382.75		
adjustment for ties	-37.13		
adjustment for zeros	-374.00		
adjusted variance	18971.63		
Ho: BkgPrecTotal = 9			
z = -4.095			
Prob > z = 0.0000			

E. Estimação do valor médio do BkgPrecTotal para os sujeitos neutros/avessos ao risco

```
. mean BkgPrecTotal if Averso==1
Mean estimation          Number of obs   =      61
-----
          |      Mean   Std. Err.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
BkgPrecTotal |    6.47541   .6459654    5.183287    7.767533
-----
```

F. Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) de BkgPrecTotal - totalidade dos sujeitos

```
. swilk BkgPrecTotal
          Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |   Obs    W      V      z    Prob>z
-----+-----
BkgPrecTotal |    64  0.31931  38.969  7.924  0.00000
```

G. Teste de Mann-Whitney-Wilcoxon à diferença do número de unidades guardadas no início de cada período (BkgPrecTotal) consoante as atitudes ao risco

```
ranksum BkgPrecTotal, by(Averso)
Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

Averso |   obs  rank sum  expected
-----+-----
      0 |     3    106.5    97.5
      1 |    61   1973.5   1982.5
-----+-----
combined |    64    2080    2080

unadjusted variance      991.25
adjustment for ties      -19.88
-----
adjusted variance        971.37

Ho: BkgPre~1(Averso==0) = BkgPre~1(Averso==1)
      z =    0.289
Prob > |z| =    0.7728
```


H. Teste de Mann-Whitney-Wilcoxon à diferença do número de unidades guardadas no início de cada período (BkgPrecTotal) consoante as atitudes ao risco – excluindo o sujeito 5 da sessão 5

```

ranksum BkgPrecTotal if Suj5~=1, by(Avesso)

Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
      Avesso |      obs   rank sum   expected
-----+-----
          0 |         2     42.5     64
          1 |        61    1973.5    1952
-----+-----
    combined |         63    2016     2016

unadjusted variance      650.67
adjustment for ties      -13.68
-----
adjusted variance      636.99

Ho: BkgPre~1(Avesso==0) = BkgPre~1(Avesso==1)
      z =  -0.852
Prob > |z| =  0.3943

```

ANEXO 8

**RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS, REALIZADOS NO STATA9,
PARA O TRATAMENTO COM *GRANDFATHERING* (SESSÕES 1 A 4)**

- A. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços de referência e dos preços médios registados no mercado inicial (Pmedio), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o preço médio e os valores de referência (Psyst e Pmkt)

```

i) swilk Pmedio Psyst Pmkt

                Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |      Obs      W          V          z      Prob>z
-----+-----
Pmedio |      10    0.92281    1.190    0.303  0.38095
Psyst  |      10    0.81844    2.798    1.973  0.02426
Pmkt   |      10    0.92302    1.186    0.298  0.38286

ii) signrank Pmedio = Psyst
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        9        54      27.5
negative |        1         1      27.5
zero     |        0         0         0
-----+-----
all      |       10        55      55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
-----
adjusted variance      96.25

Ho: Pmedio = Psyst
      z = 2.701
      Prob > |z| = 0.0069

signrank Pmedio = Pmkt
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	10	55	27.5
negative	0	0	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	
adjusted variance		96.25	
Ho: Pmedio = Pmkt			
z =		2.803	
Prob > z =		0.0051	

- B. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade das quantidades de referência e da quantidade média transaccionada no mercado inicial (Qmedia), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre a quantidade média e os valores de referência (Qsyst e Qmkt)

i) swilk Qmedia Qsyst Qmkt					
Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Qmedia	10	0.91436	1.320	0.489	0.31228
Qsyst	10	0.74927	3.864	2.697	0.00350
Qmkt	10	0.89966	1.546	0.782	0.21724
ii) signrank Qmedia = Qsyst					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		
positive	0	0	27.5		
negative	10	55	27.5		

```

      zero |      0      0      0
-----+-----
      all |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.25
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      96.00
Ho: Qmedia = Qsyst
      z = -2.807
      Prob > |z| = 0.0050

. signrank Qmedia = Qmkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      1      9      27
      negative |      8     45      27
      zero |      1      1      1
-----+-----
      all |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros      -0.25
      -----
adjusted variance      95.88
Ho: Qmedia = Qmkt
      z = -1.838
      Prob > |z| = 0.0660

```

- C. *i*) Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) do Excedente médio das Compras (ExcCompras_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e do Excedente das Compras de referência, *ii*) Teste t-Student às diferenças entre o Excedente médio das Compras e os valores de referência (ExcCompras_syst e ExcCompras_mkt)

```

i) swilk ExcCompras_medio ExcCompras_syst ExcCompras_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
-----+-----
Variable |   Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
ExcCompras~o |    10   0.98156   0.284  -1.926  0.97297
ExcCompras~st |    10   0.98924   0.166  -2.636  0.99581
ExcCompras~kt |    10   0.92436   1.166   0.267  0.39474

ii) ttest ExcCompras_medio == ExcCompras_syst, unpaired

Two-sample t test with equal variances
-----+-----
Variable |   Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
ExcCom~o |    10      265.87   31.33158   99.07917    194.993    336.747
ExcCo~st |    10      377.2    44.97031  142.2086    275.4701   478.9299
-----+-----
combined |    20      321.535   29.57291  132.2541    259.6382   383.4318
-----+-----
diff |           -111.33   54.80873           -226.4789    3.818869
-----+-----

diff = mean(ExcCompras_medio) - mean(ExcCompras_syst)      t = -2.0312
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom = 18

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.0286          Pr(|T| > |t|) = 0.0573          Pr(T > t) = 0.9714

ttest ExcCompras_medio == ExcCompras_syst, unpaired unequal

Two-sample t test with unequal variances
-----+-----
Variable |   Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----

```

ExcCom~o		10	265.87	31.33158	99.07917	194.993	336.747
ExcCo~st		10	377.2	44.97031	142.2086	275.4701	478.9299
-----+-----							
combined		20	321.535	29.57291	132.2541	259.6382	383.4318
-----+-----							
diff			-111.33	54.80873		-227.4775	4.817451
-----+-----							
diff = mean(ExcCompras_medio) - mean(ExcCompras_syst)					t =	-2.0312	
Ho: diff = 0		Satterthwaite's degrees of freedom =				16.0713	
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.0296		Pr(T > t) = 0.0591		Pr(T > t) = 0.9704			
ttest ExcCompras_medio == ExcCompras_mkt, unpaired unequal							
Two-sample t test with unequal variances							
-----+-----							
Variable		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----							
ExcCom~o		10	265.87	31.33158	99.07917	194.993	336.747
ExcCo~kt		10	324.3	52.93288	167.3885	204.5575	444.0425
-----+-----							
combined		20	295.085	30.67618	137.188	230.879	359.291
-----+-----							
diff			-58.43	61.51063		-189.8367	72.97667
-----+-----							
diff = mean(ExcCompras_medio) - mean(ExcCompras_mkt)					t =	-0.9499	
Ho: diff = 0		Satterthwaite's degrees of freedom =				14.617	
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.1788		Pr(T > t) = 0.3576		Pr(T > t) = 0.8212			
ttest ExcCompras_medio == ExcCompras_mkt, unpaired							
Two-sample t test with equal variances							
-----+-----							
Variable		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	

ExcCom~o		10	265.87	31.33158	99.07917	194.993	336.747
ExcCo~kt		10	324.3	52.93288	167.3885	204.5575	444.0425
-----+							
combined		20	295.085	30.67618	137.188	230.879	359.291
-----+							
diff			-58.43	61.51063		-187.6591	70.79904
-----+							
diff = mean(ExcCompras_medio) - mean(ExcCompras_mkt)					t =	-0.9499	
Ho: diff = 0						degrees of freedom = 18	
-----+							
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.1774		Pr(T > t) = 0.3547		Pr(T > t) = 0.8226			

- D. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente médio das Vendas (ExcVendas_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e do Excedente das Vendas de referência e ii) Teste t-Student às diferenças entre o Excedente médio das Vendas e os valores de referência (ExcVendas_syst e ExcVendas_mkt)

i) swilk ExcVendas_medio ExcVendas_syst ExcVendas_mkt						
Shapiro-wilk w test for normal data						
Variable		Obs	W	V	z	Prob>z
-----+						
ExcVendas~o		10	0.91787	1.266	0.414	0.33953
ExcVendas~st		10	0.90255	1.502	0.727	0.2336
ExcVendas~kt		10	0.94712	0.815	-0.344	0.63459
-----+						
ii) ttest ExcVendas_medio == ExcVendas_syst, unpaired						
Two-sample t test with equal variances						
-----+						
Variable		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
-----+						
ExcVen~o		10	303.88	25.05288	79.22415	247.2065 360.5535
ExcVe~st		10	269.8	23.11123	73.08412	217.5188 322.0812
-----+						

combined		20	286.84	17.04229	76.21542	251.1701	322.5099
-----+-----							
diff			34.08	34.08483		-37.52957	105.6896
-----+-----							
diff = mean(ExcVendas_medio) - mean(ExcVendas_syst)						t =	0.9999
Ho: diff = 0						degrees of freedom =	18
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.8347		Pr(T > t) = 0.3306		Pr(T > t) = 0.1653			
ttest ExcVendas_medio == ExcVendas_mkt, unpaired							
Two-sample t test with equal variances							
-----+-----							
Variable		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----							
ExcVen~o		10	303.88	25.05288	79.22415	247.2065	360.5535
ExcVe~kt		10	227	30.71192	97.11963	157.5248	296.4752
-----+-----							
combined		20	265.44	21.20891	94.84915	221.0492	309.8308
-----+-----							
diff			76.88	39.63419		-6.388342	160.1483
-----+-----							
diff = mean(ExcVendas_medio) - mean(ExcVendas_mkt)						t =	1.9397
Ho: diff = 0						degrees of freedom =	18
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.9659		Pr(T > t) = 0.0682		Pr(T > t) = 0.0341			

- E. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente Total de referência e do Excedente Total médio (ExcTotal_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e *ii)* Teste t-Student às diferenças entre o Excedente Total médio e os valores de referência (ExcTotal_syst e ExcTotal_mkt)

```
i) swilk ExcTotal_medio ExcTotal_syst ExcTotal_mkt
```

Shapiro-wilk w test for normal data

variable		Obs	W	V	Z	Prob>z
----------	--	-----	---	---	---	--------

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
ExcTotal_m~o	10	0.94234	0.889	-0.200	0.57931
ExcTotal_s~t	10	0.98437	0.241	-2.150	0.98423
ExcTotal_mkt	10	0.97575	0.374	-1.542	0.93846

ii) ttest **ExcTotal_medio == ExcTotal_syst**, unpaired

Two-sample t test with equal variances

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
ExcTot~o	10	569.73	53.99578	170.7496	447.5831 691.8769
ExcTo~st	10	647	65.03948	205.6729	499.8705 794.1295
combined	20	608.365	42.08276	188.1998	520.2848 696.4452
diff		-77.27001	84.53211		-254.8654 100.3254

diff = mean(ExcTotal_medio) - mean(ExcTotal_syst) t = -0.9141
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 18
 Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.1864 Pr(|T| > |t|) = 0.3728 Pr(T > t) = 0.8136

ttest **ExcTotal_medio == ExcTotal_mkt**, unpaired

Two-sample t test with equal variances

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
ExcTot~o	10	569.73	53.99578	170.7496	447.5831 691.8769
ExcTo~kt	10	551.3	80.73951	255.3207	368.6545 733.9455
combined	20	560.515	47.31739	211.6098	461.4786 659.5514
diff		18.42999	97.1309		-185.6345 222.4944

```

diff = mean(ExcTotal_medio) - mean(ExcTotal_mkt)          t = 0.1897
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom = 18

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.5742          Pr(|T| > |t|) = 0.8516          Pr(T > t) = 0.4258

ttest ExcTotal_medio == ExcTotal_syst, unpaired unequal
Two-sample t test with unequal variances
-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
ExcTot~o |      10      569.73   53.99578   170.7496   447.5831   691.8769
ExcTo~st |      10       647     65.03948   205.6729   499.8705   794.1295
-----+-----
combined |      20     608.365   42.08276   188.1998   520.2848   696.4452
-----+-----
diff |           -77.27001   84.53211           -255.2972   100.7572
-----+-----

diff = mean(ExcTotal_medio) - mean(ExcTotal_syst)          t = -0.9141
Ho: diff = 0                                           Satterthwaite's degrees of freedom = 17.4107

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.1866          Pr(|T| > |t|) = 0.3732          Pr(T > t) = 0.8134

ttest ExcTotal_medio == ExcTotal_mkt, unpaired unequal
Two-sample t test with unequal variances
-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
ExcTot~o |      10      569.73   53.99578   170.7496   447.5831   691.8769
ExcTo~kt |      10      551.3    80.73951   255.3207   368.6545   733.9455
-----+-----
combined |      20     560.515   47.31739   211.6098   461.4786   659.5514
-----+-----

```

diff	18.42999	97.1309	-187.7893	224.6492

diff = mean(ExcTotal_medio) - mean(ExcTotal_mkt)				t = 0.1897
Ho: diff = 0				Satterthwaite's degrees of freedom = 15.7085
Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.5740	Pr(T > t) = 0.8519	Pr(T > t) = 0.4260		

- F. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Bélgica (S1)** e os valores de referência; *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) e *iii)* à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S1_EarlyS*) e finais (*DesviosT6_S1_LateS*) da sessão

i) swilk DesviosT6_syst					
Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
-----+					
DesviosT6_~t	10	0.72724	4.203	2.897	0.00189
ii) signrank DesviosT6_syst = 0					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		
-----+					
positive	0	0	13.5		
negative	3	27	13.5		
zero	7	28	28		
-----+					
all	10	55	55		
unadjusted variance	96.25				
adjustment for ties	-0.13				
adjustment for zeros	-35.00				

adjusted variance	61.13				

Ho: DesviosT6_syst = 0

z = -1.727

Prob > |z| = 0.0842

iii) signrank DesviosT6_S1_EarlyS = DesviosT6_S1_Lates

Wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	0	0	6
negative	3	12	6
zero	2	3	3
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		-1.25	
adjusted variance		12.38	

Ho: DesviosT6_S1_EarlyS = DesviosT6_S1_Lates

z = -1.706

Prob > |z| = 0.0881

Nota1: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

Nota2: Para a Bélgica (S1), DesviosT6_syst=DesviosT6_mkt. Por isso apenas se apresentam os testes a DesviosT6_syst.

- G. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Espanha (S2)** e os valores de referência; ii) Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); iii) Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S2_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S2_Late*)

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
-----+					

```

DesviosT6~st |    10    0.96166    0.591    -0.858    0.80465
DesviosT6~kt |    10    0.97815    0.337    -1.690    0.95450

    ii) ttest DesviosT6_syst == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |    Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |    10      -.5    .134371    .4249183   - .8039682   - .1960318
-----+-----

    mean = mean(DesviosT6_syst)                                t = -3.7210
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom =    9

    Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0024            Pr(|T| > |t|) = 0.0048            Pr(T > t) = 0.9976

. ttest DesviosT6_mkt == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |    Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
~st6_mkt |    10      -.4    .1301708    .4116363   - .6944669   - .1055331
-----+-----

    mean = mean(DesviosT6_mkt)                                t = -3.0729
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom =    9

    Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0066            Pr(|T| > |t|) = 0.0133            Pr(T > t) = 0.9934

    iii) signrank DesviosT6_S2_EarlyS = DesviosT6_S2_LateS
wilcoxon signed-rank test
    sign |    obs  sum ranks  expected
-----+-----

```

positive	1	2.5	7.5
negative	4	12.5	7.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.63	
Ho: DesviosT6_S2_EarlyS = DesviosT6_S2_LateS			
		z = -1.355	
		Prob > z = 0.1756	
signrank DesviosT6_S2_EarlyM = DesviosT6_S2_LateM			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	2	5	7.5
negative	3	10	7.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.63	
Ho: DesviosT6_S2_EarlyM = DesviosT6_S2_LateM			
		z = -0.677	
		Prob > z = 0.4982	

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- H. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Alemanha (S3)** e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S3_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S3_Late*)

```

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

                shapiro-wilk w test for normal data
Variable |      Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
DesviosT6~st |      10    0.95113    0.753   -0.473   0.68186
DesviosT6~kt |      10    0.91089    1.373    0.562   0.28715

ii) ttest DesviosT6_syst == 0
One-sample t test
Variable |      Obs      Mean    Std. Err.    Std. Dev.    [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |      10        1.5    .2527625    .7993053    .9282115    2.071789

mean = mean(DesviosT6_syst)                t =    5.9344
Ho: mean = 0                                degrees of freedom =    9

Ha: mean < 0                                Ha: mean != 0                                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.9999                            Pr(|T| > |t|) = 0.0002                            Pr(T > t) = 0.0001

. ttest DesviosT6_mkt == 0
One-sample t test
Variable |      Obs      Mean    Std. Err.    Std. Dev.    [95% Conf. Interval]
-----+-----
~st6_mkt |      10        1.5    .3456074    1.092906    .7181818    2.281818

mean = mean(DesviosT6_mkt)                t =    4.3402
Ho: mean = 0                                degrees of freedom =    9

Ha: mean < 0                                Ha: mean != 0                                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.9991                            Pr(|T| > |t|) = 0.0019                            Pr(T > t) = 0.0009

```

iii) signrank DesviosT6_S3_EarlyS = DesviosT6_S3_Lates

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	4	10	7.5
negative	1	5	7.5
zero	0	0	0
-----+			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.75	

Ho: DesviosT6_S3_EarlyS = DesviosT6_S3_Lates

z = 0.674

Prob > |z| = 0.5002

. signrank DesviosT6_S3_EarlyM = DesviosT6_S3_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	4	14	7.5
negative	1	1	7.5
zero	0	0	0
-----+			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.75	

Ho: DesviosT6_S3_EarlyM = DesviosT6_S3_LateM


```

z = 1.753
Prob > |z| = 0.0796

```

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- I. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Grécia (S4)** e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S4_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S4_Late*)

```

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

                Shapiro-wilk w test for normal data
variable |   obs      w      v      z      Prob>z
-----+-----
DesviosT6~st |    10  0.99221  0.120  -3.035  0.99880
DesviosT6~kt |    10  0.97394  0.402  -1.438  0.92476

ii) ttest DesviosT6_syst == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |   Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |    10      -.25   .1178511   .372678   -.5165978   .0165978
-----+-----
mean = mean(DesviosT6_syst)                                t = -2.1213
Ho: mean = 0                                                degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0315          Pr(|T| > |t|) = 0.0629          Pr(T > t) = 0.9685

. ttest DesviosT6_mkt == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |   Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
~st6_mkt |    10      -.15   .1130388   .3574602   -.4057116   .1057116

```

```

mean = mean(DesviosT6_mkt)                                t = -1.3270
Ho: mean = 0                                             degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0                                             Ha: mean != 0                                           Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.1086                                       Pr(|T| > |t|) = 0.2172                                   Pr(T > t) = 0.8914

```

iii) **signrank DesviosT6_S4_EarlyS = DesviosT6_S4_Lates**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	1.5	7.5
negative	4	13.5	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

unadjusted variance 13.75
adjustment for ties -0.25
adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 13.50

Ho: DesviosT6_S4_EarlyS = DesviosT6_S4_Lates

z = -1.633

Prob > |z| = 0.1025

. **signrank DesviosT6_S4_EarlyM = DesviosT6_S4_LateM**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	5	7.5
negative	3	10	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

unadjusted variance	13.75
adjustment for ties	-0.50
adjustment for zeros	0.00

adjusted variance	13.25
Ho: DesviosT6_S4_EarlyM = DesviosT6_S4_LateM	
	z = -0.687
	Prob > z = 0.4922

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- J.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos devido pela **França (S5)** e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S5_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S5_Late*)

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt					
shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
-----+					
DesviosT6~st	10	0.98706	0.199	-2.399	0.99179
DesviosT6~kt	10	0.99479	0.080	-3.508	0.99977
ii) ttest DesviosT6_syst == 0					
One-sample t test					
-----+					
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
-----+					
Desvio..	10	-.35	.1715938	.5426274	-.7381722 .0381722
-----+					
mean = mean(DesviosT6_syst)				t = -2.0397	
Ho: mean = 0				degrees of freedom = 9	
Ha: mean < 0		Ha: mean != 0		Ha: mean > 0	
Pr(T < t) = 0.0359		Pr(T > t) = 0.0718		Pr(T > t) = 0.9641	

```
. ttest DesviosT6_mkt == 0
```

One-sample t test

```
-----+-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
~sT6_mkt |       10     -0.25   .1394433   .4409586   -0.5654427   0.0654427
-----+-----
```

```
      mean = mean(DesviosT6_mkt)                                t = -1.7928
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom =      9
```

```
      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0533                Pr(|T| > |t|) = 0.1066                Pr(T > t) = 0.9467
```

```
iii) signrank DesviosT6_S5_EarlyS = DesviosT6_S5_LateS
```

wilcoxon signed-rank test

```
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        2         3      7.5
negative |        3        12      7.5
zero     |        0         0         0
-----+-----
all      |        5        15      15
```

```
unadjusted variance      13.75
```

```
adjustment for ties     -0.13
```

```
adjustment for zeros      0.00
```

```
-----
adjusted variance      13.63
```

```
Ho: DesviosT6_S5_EarlyS = DesviosT6_S5_LateS
```

```
      z = -1.219
```

```
Prob > |z| = 0.2228
```

```
. signrank DesviosT6_S5_EarlyM = DesviosT6_S5_LateM
```

wilcoxon signed-rank test

```
      sign |      obs  sum ranks  expected
```

```

-----+-----
positive |      2      5      7.5
negative |      3     10      7.5
zero     |      0      0      0
-----+-----
all      |      5     15     15
unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance      13.63

Ho: DesviosT6_S5_EarlyM = DesviosT6_S5_LateM
      z = -0.677
      Prob > |z| = 0.4982

```

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- K.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Itália (S6)** e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S6_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S6_Late*)

```

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable |  Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
DesviosT6~st |  10  0.92586  1.143  0.232  0.40846
DesviosT6~kt |  10  0.96851  0.485 -1.159  0.87669

ii) ttest DesviosT6_syst == 0

One-sample t test
-----+-----
variable |  Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |  10      -.4    .2211083  .6992059  -.9001818  .1001818

```

```

-----
      mean = mean(DesviosT6_syst)                                t =  -1.8091
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom =    9

      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0519                Pr(|T| > |t|) = 0.1039                Pr(T > t) = 0.9481

```

```
. ttest DesviosT6_mkt == 0
```

One-sample t test

```

-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
~sT6_mkt |       10       -.5    .1290994    .4082483    -.7920432    -.2079568

```

```

-----
      mean = mean(DesviosT6_mkt)                                t =  -3.8730
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom =    9

      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0019                Pr(|T| > |t|) = 0.0038                Pr(T > t) = 0.9981

```

```
iii) signrank DesviosT6_S6_EarlyS = DesviosT6_S6_LateS
```

Wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        1      1.5     7.5
negative |        4     13.5     7.5
zero     |        0         0         0
-----+-----
      all |        5      15     15

unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.25
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance      13.50

```

Ho: DesviosT6_S6_EarlyS = DesviosT6_S6_LateS

z = -1.633

Prob > |z| = 0.1025

. signrank DesviosT6_S6_EarlyM = DesviosT6_S6_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	2	6.5	7.5
negative	3	8.5	7.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.63	

Ho: DesviosT6_S6_EarlyM = DesviosT6_S6_LateM

z = -0.271

Prob > |z| = 0.7865

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- L. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pelo **Reino Unido (S7)** e os valores de referência; ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero) iii) Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S7_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S7_Late*)

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
-----+-----					
DesviosT6~st	10	0.90172	1.515	0.743	0.22882
DesviosT6~kt	10	0.80725	2.971	2.102	0.01776

```

ii) . signrank DesviosT6_syst = 0
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      7      46.5      26
      negative |      1       5.5      26
      zero |      2       3       3
-----+-----
      all |     10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -1.50
adjustment for zeros      -1.25
-----
adjusted variance      93.50

Ho: DesviosT6_syst = 0
      z = 2.120
      Prob > |z| = 0.0340

. signrank DesviosT6_mkt = 0
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      6      39      24.5
      negative |      1      10      24.5
      zero |      3       6       6
-----+-----
      all |     10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.25
adjustment for zeros      -3.50
-----
adjusted variance      92.50

Ho: DesviosT6_mkt = 0

```


z = 1.508			
Prob > z = 0.1316			
iii) signrank DesviosT6_S7_EarlyS = DesviosT6_S7_Lates			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	2	8.5	6
negative	1	3.5	6
zero	2	3	3
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		-1.25	

adjusted variance		12.38	
Ho: DesviosT6_S7_EarlyS = DesviosT6_S7_Lates			
z = 0.711			
Prob > z = 0.4773			
. signrank DesviosT6_S7_EarlyM = DesviosT6_S7_LateM			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	5	15	7.5
negative	0	0	7.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.50	
adjustment for zeros		0.00	

```

adjusted variance      13.25

Ho: DesviosT6_S7_EarlyM = DesviosT6_S7_LateM

      z =      2.060
Prob > |z| =      0.0394

```

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- M. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Holanda (S8)** e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registrados nos períodos iniciais (*DesviosT6_S8_Early*) e finais da sessão (*DesviosT6_S8_Late*)

```

i) swilk DesviosT6_syst DesviosT6_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data

Variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
DesviosT6~st | 10  0.97884  0.326  -1.735  0.95866
DesviosT6~kt | 10  0.89942  1.550   0.786  0.21593

ii) . ttest DesviosT6_syst == 0

One-sample t test

-----+-----
Variable | Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. | 10      -.2     .1166667   .3689324   -.4639183   .0639183

mean = mean(DesviosT6_syst)          t = -1.7143
Ho: mean = 0                          degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0                          Ha: mean != 0                          Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.0603                    Pr(|T| > |t|) = 0.1206                    Pr(T > t) = 0.9397

. ttest DesviosT6_mkt == 0

One-sample t test

-----+-----

```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
~st6_mkt	10	-.3	.1166667	.3689324	-.5639183	-.0360817

-----+-----

mean = mean(DesviosT6_mkt) t = -2.5714

Ho: mean = 0 degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0

Pr(T < t) = 0.0151 Pr(|T| > |t|) = 0.0301 Pr(T > t) = 0.9849

iii) signrank DesviosT6_S8_EarlyS = DesviosT6_S8_Lates

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	3	7.5
negative	4	12	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

-----+-----

unadjusted variance 13.75

adjustment for ties -0.50

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 13.25

Ho: DesviosT6_S8_EarlyS = DesviosT6_S8_Lates

z = -1.236

Prob > |z| = 0.2164

. signrank DesviosT6_S8_EarlyM = DesviosT6_S8_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	6.5	7.5

negative	3	8.5	7.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.63	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.13	
Ho: DesviosT6_S8_EarlyM = DesviosT6_S8_LateM			
		z = -0.276	
		Prob > z = 0.7825	

Nota: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

- N. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços de referência e dos preços médios registados no mercado de reconciliação (Pmedio_rec), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o preço médio e os valores de referência (Psyst_rec e Pmkt_rec)

i) swilk Pmedio_rec Psyst_rec Pmkt_rec					
Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
-----+-----					
Pmedio_rec	10	0.93171	1.052	0.088	0.46495
Psyst_rec	10	0.80757	2.966	2.099	0.01792
Pmkt_rec	9	0.73134	3.947	2.717	0.00329
ii) . signrank Pmedio_rec = Psyst_rec					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		
-----+-----					
positive	9	52	27.5		
negative	1	3	27.5		
zero	0	0	0		

```

-----+-----
          all |          10          55          55
unadjusted variance          96.25
adjustment for ties          0.00
adjustment for zeros          0.00
          -----
adjusted variance          96.25

Ho: Pmedio_rec = Psyst_rec
      z = 2.497
Prob > |z| = 0.0125

. signrank Pmedio_rec = Pmkt_rec
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |          9          45          22.5
negative |          0           0          22.5
zero |          0           0           0
-----+-----
          all |          9          45          45
unadjusted variance          71.25
adjustment for ties          0.00
adjustment for zeros          0.00
          -----
adjusted variance          71.25

Ho: Pmedio_rec = Pmkt_rec
      z = 2.666
Prob > |z| = 0.0077

```

- O. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade das quantidades de referência e da quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação (Qmedia_rec), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre a quantidade média e os valores de referência (Qsyst_rec e Qmkt_rec)

```

i) swilk Qmedia_rec Qsyst_rec Qmkt_rec

          Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |      Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
Qmedia_rec |      10   0.81014   2.926   2.069   0.01925
Qsyst_rec |      10   0.83586   2.529   1.758   0.03936
Qmkt_rec |      10   0.88537   1.767   1.035   0.15031

ii) signrank Qmedia_rec = Qsyst_rec
Wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |         0         0      13.5
negative |         3        27      13.5
zero     |         7        28        28
-----+-----
all      |        10        55        55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros     -35.00
-----
adjusted variance      61.13

Ho: Qmedia_rec = Qsyst_rec
      z =  -1.727
Prob > |z| =  0.0842

. signrank Qmedia_rec = Qmkt_rec
Wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected

```

```

-----+-----
positive |      1      10      17
negative |      3      24      17
zero     |      6      21      21
-----+-----
all      |     10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros     -22.75
-----
adjusted variance        73.38

Ho: Qmedia_rec = Qmkt_rec
      z = -0.817
Prob > |z| = 0.4138

```

- P. *i)* Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) do Excedente médio das Compras (ExcCompras_medio_rec) realizado no mercado de reconciliação, no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e do Excedente das Compras de referência (ExcCompras_recS e ExcCompras_recM), e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Compras e os valores de referência

```

i) swilk ExcCompras_medio_rec ExcCompras_recS ExcCompras_recM

      shapiro-wilk w test for normal data

variable |  obs    w      v      z      Prob>z
-----+-----
ExcCompras~c |   10  0.85820  2.185  1.456  0.07267
ExcCompras~S |   10  0.74092  3.993  2.774  0.00277
ExcCompras~M |    9  0.75854  3.548  2.467  0.00681

ii) . signrank ExcCompras_medio_rec = ExcCompras_recS

wilcoxon signed-rank test

      sign |  obs  sum ranks  expected
-----+-----

```

```

positive |      2      5      27.5
negative |      8     50     27.5
zero     |      0      0       0
-----+-----
          |     10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
          -----
adjusted variance      96.25

Ho: ExcCompras_medio_rec = ExcCompras_recS
      z = -2.293
Prob > |z| = 0.0218

. signrank ExcCompras_medio_rec = ExcCompras_recM
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |      3      9      22.5
negative |      6     36      22.5
zero     |      0      0       0
-----+-----
          |      9     45      45
unadjusted variance      71.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
          -----
adjusted variance      71.25

Ho: ExcCompras_medio_rec = ExcCompras_recM
      z = -1.599
Prob > |z| = 0.1097

```


- Q. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente médio das Vendas (ExcVendas_medio_rec) realizado no mercado de reconciliação no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e do Excedente das Vendas de referência (ExcVendas_recS e ExcVendas_recM), e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Vendas e os valores de referência

```
i) swilk ExcVendas_medio_rec ExcVendas_recS ExcVendas_recM
```

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>Z
ExcVendas_~c	10	0.93021	1.076	0.126	0.44995
ExcVendas_~S	10	0.60262	6.124	3.848	0.00006
ExcVendas_~M	9	0.77003	3.379	2.356	0.00925

```
ii) . signrank ExcVendas_medio_rec = ExcVendas_recS
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	9	50	27.5
negative	1	5	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 96.25

Ho: ExcVendas_medio_rec = ExcVendas_recS

z = 2.293

Prob > |z| = 0.0218

```
. signrank ExcVendas_medio_rec = ExcVendas_recM
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	7	35.5	22.5
negative	2	9.5	22.5
zero	0	0	0
all	9	45	45
unadjusted variance		71.25	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		0.00	
adjusted variance		71.13	
Ho: ExcVendas_medio_rec = ExcVendas_recM			
z =		1.541	
Prob > z =		0.1232	

- R. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente Total de referência e do Excedente Total médio (ExcTotal_medio) realizado no mercado de reconciliação, no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente Total médio e os valores de referência (ExcTotal_syst e ExcTotal_mkt)

i) swilk ExcTotal_medio_rec ExcTotal_recS ExcTotal_recM					
Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ExcTotal_m~c	10	0.97074	0.451	-1.268	0.89760
ExcTotal_r~S	10	0.76332	3.648	2.563	0.00518
ExcTotal_r~M	9	0.80205	2.908	2.023	0.02155
ii) . signrank ExcTotal_medio_rec = ExcTotal_recS					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		

positive	3	10	27.5
negative	7	45	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		96.13	
Ho: ExcTotal_medio_rec = ExcTotal_recS			
		z = -1.785	
		Prob > z = 0.0743	
. signrank ExcTotal_medio_rec = ExcTotal_recM			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	4	15	22.5
negative	5	30	22.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	9	45	45
unadjusted variance		71.25	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		71.25	
Ho: ExcTotal_medio_rec = ExcTotal_recM			
		z = -0.889	
		Prob > z = 0.3743	

- S. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos Custos de Abatimento de referência (CustoAbatSyst, CustAbatMkt, CustoAbatCCUs e CustoAbatCCUm) e do Custo médio de Abatimento (CustoAbat_medio), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Custo médio de Abatimento e os valores de referência

i) swilk CustoAbat_medio CustoAbatSyst CustoAbatMkt CustoAbatCCUs
CustoAbatCCUm

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
CustoAbat_~o	10	0.86796	2.035	1.313	0.09462
CustoAbatS~t	10	0.91669	1.284	0.439	0.33017
CustoAbatMkt	10	0.81904	2.789	1.966	0.02467
CustoAbatC~s	10	0.80534	3.000	2.124	0.01683
CustoAbatC~m	10	0.74919	3.865	2.698	0.00349

ii) . signrank **CustoAbat_medio = CustoAbatSyst**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	6	36	27.5
negative	4	19	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 96.25

Ho: CustoAbat_medio = CustoAbatSyst

z = 0.866

Prob > |z| = 0.3863

```

. signrank CustoAbat_médio = CustoAbatMkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      6      37      27.5
      negative |      4      18      27.5
      zero |      0       0       0
-----+-----
      all |     10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      96.25

Ho: CustoAbat_médio = CustoAbatMkt
      z = 0.968
      Prob > |z| = 0.3329

. signrank CustoAbat_médio = CustoAbatCCUS
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      1       1      27.5
      negative |      9      54      27.5
      zero |      0       0       0
-----+-----
      all |     10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      96.25

Ho: CustoAbat_médio = CustoAbatCCUS
      z = -2.701

```

```

Prob > |z| = 0.0069

. signrank CustoAbat_médio = CustoAbatCCUm
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	0	0	27.5
negative	10	55	27.5
zero	0	0	0

```

-----+-----
all |      10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
-----+-----
adjusted variance      96.25

Ho: CustoAbat_médio = CustoAbatCCUm
      z = -2.803
Prob > |z| = 0.0051

```

- T. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos Ganhos de referência para cada sujeito (GanhosT6_syst, GanhosT6_mkt) e dos Ganhos médios observados para cada sujeito (GanhosT6_media), no conjunto do tratamento com *grandfathering*, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre Ganhos médios observados e os valores de referência

```

i) swilk Ganhost6_syst Ganhost6_mkt Ganhost6_media

```

Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Ganhost6_s~t	8	0.86998	1.811	1.034	0.15066
Ganhost6_mkt	8	0.56139	6.110	3.864	0.00006
Ganhost6_m~a	8	0.95098	0.683	-0.586	0.72107

```

ii) . signrank Ganhost6_media = Ganhost6_syst
wilcoxon signed-rank test

```

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      5      28      18
      negative |      3       8      18
      zero |      0       0       0
-----+-----
      all |      8      36      36
unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      51.00
Ho: Ganhost6_media = Ganhost6_syst
      z =  1.400
      Prob > |z| =  0.1614

. signrank Ganhost6_media = Ganhost6_mkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      1       1      18
      negative |      7      35      18
      zero |      0       0       0
-----+-----
      all |      8      36      36
unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      51.00

Ho: Ganhost6_media = Ganhost6_mkt
      z = -2.380
      Prob > |z| =  0.0173

```

Nota1: T6 é a identificação do tratamento com *grandfathering*

ANEXO 9

**RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS, REALIZADOS NO STATA9,
PARA O TRATAMENTO COM LEILÃO (SESSÕES 5 A 8)**

- A. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços de referência (PSyst e PMkt) e dos preços médios de encerramento do leilão (Pmedio), no conjunto do tratamento com leilão e; *ii)* teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o preço médio e os valores de referência

```

i) swilk Pmedio PSyst PMkt

                Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |      Obs       W         V         z       Prob>z
-----+-----
Pmedio |      10    0.93602    0.986    -0.024    0.50960
PSyst |      10    0.92998    1.079     0.132    0.44766
PMkt |      10    0.73576    4.072     2.821    0.00239

signrank Pmedio = PSyst if session==5 & Subject==1

ii) signrank Pmedio = PSyst
wilcoxon signed-rank test

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |         1         7         27
negative |         8        47         27
zero     |         1         1         1

-----+-----
all      |        10        55         55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.75
adjustment for zeros     -0.25
-----
adjusted variance      95.25

Ho: Pmedio = PSyst

z = -2.049

```



```

Prob > |z| = 0.0404

. signrank Pmedio = PMkt
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	5	37	26
negative	3	15	26
zero	2	3	3
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -2.63
adjustment for zeros     -1.25
-----
adjusted variance        92.38

Ho: Pmedio = PMkt
      z = 1.144
Prob > |z| = 0.2524

```

- B.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do nº médio de títulos atribuídos no leilão (Qmedio), no conjunto do tratamento com leilão e; *ii)* teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre a quantidade média e o valor de referência (M=88)

```

i) swilk Qmedio if session==5 & Subject==1

```

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Qmedio	10	0.71042	4.463	3.041	0.00118

```

ii) signrank Qmedio = M
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
------	-----	-----------	----------

```

-----+-----
positive |      0      0      17
negative |      4     34     17
zero     |      6     21     21
-----+-----
all      |     10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros     -22.75
-----
adjusted variance      73.38

Ho: Qmedio = M
      z = -1.985
Prob > |z| = 0.0472

```

- C. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos custos de abatimento de referência, após encerramento do leilão (AbatLeilao_syst e AbatLeilao_mkt) e dos custos de abatimento médios (AbatLeilao_medio), para o conjunto das quatro sessões, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o valor médio registado e os valores de referência

```

i) swilk AbatLeilao_medio AbatLeilao_syst AbatLeilao_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable |  Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
AbatLeilao~o |  10  0.86807  2.033  1.311  0.09492
AbatLeila~st |  10  0.63749  5.587  3.606  0.00016
AbatLeila~kt |  10  0.80164  3.057  2.165  0.01518

ii) . signrank AbatLeilao_medio = AbatLeilao_syst
wilcoxon signed-rank test
      sign |  obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |   10    55    27.5

```

```

negative |      0      0      27.5
      zero |      0      0      0
-----+-----
          |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
          |
          |-----|
adjusted variance      96.25
Ho: AbatLeilao_medio = AbatLeilao_syst
      z = 2.803
      Prob > |z| = 0.0051

. signrank AbatLeilao_medio = AbatLeilao_mkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      10     55     27.5
      negative |      0      0     27.5
      zero |      0      0      0
-----+-----
          |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
          |
          |-----|
adjusted variance      96.25
Ho: AbatLeilao_medio = AbatLeilao_mkt
      z = 2.803
      Prob > |z| = 0.0051

```

- D. Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o valor do custo de abatimento médio registado nas sessões 6, 7 e 8 e os valores de referência (AbatLeilao_syst e AbatLeilao_mkt) – excluída a sessão 5

```
signrank AbatLeilao_medio_5 = AbatLeilao_syst
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	10	55	27.5
negative	0	0	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 96.25

Ho: AbatLeilao_medio_5 = AbatLeilao_syst

z = 2.803

Prob > |z| = 0.0051

```
. signrank AbatLeilao_medio_5 = AbatLeilao_mkt
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	10	55	27.5
negative	0	0	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

```

adjusted variance      96.25

Ho: AbatLeilao_medio_5 = AbatLeilao_mkt

      z =      2.803

Prob > |z| =      0.0051

```

- E. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Bélgica (S1)**, após encerramento do leilão (Sujeito1_media), e os valores de referência (sujeito1_syst_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk sujeito1_syst_mkt Sujeito1_media

      Shapiro-wilk w test for normal data

Variable |      Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
sujeito1_s~t |      10      0.60580      6.075      3.827      0.00006
sujeito1_m~a |      10      0.99601      0.062      -3.807      0.99993

ii) signrank Sujeito1_media = sujeito1_syst_mkt

Wilcoxon signed-rank test

      sign |      obs      sum ranks      expected
-----+-----
positive |         0         0         27
negative |         9         54         27
zero     |         1         1         1
-----+-----
all      |        10         55         55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -2.50
adjustment for zeros     -0.25
-----
adjusted variance      93.50

Ho: Sujeito1_media = sujeito1_syst_mkt

      z =     -2.792

Prob > |z| =      0.0052

```

- F. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Espanha (S2)**, após encerramento do leilão (Sujeito2_media), e os valores de referência (sujeito2_syst e sujeito2_mkt); *ii)* Teste de Bartlett à igualdade da variância das quantidades média e de referência; *iii)* Teste t-Student à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk sujeito2_media sujeito2_syst sujeito2_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
-----+-----
Variable |   Obs    W      V      z    Prob>z
-----+-----
Sujeito2_m~a |    10   0.96340   0.564  -0.930  0.82384
sujeito2_s~t |    10   0.97718   0.352  -1.629  0.94830
sujeito2_mkt |    10   0.87720   1.892   1.169  0.12116

ii) oneway Sujeito2_media sujeito2_syst

      Analysis of Variance
-----+-----
Source      SS      df    MS      F    Prob > F
-----+-----
Between groups   4.0640625    1   4.0640625    9.39    0.0155
Within groups   3.4609375    8   .432617188

-----+-----
Total           7.525     9   .836111111
Bartlett's test for equal variances:  chi2(1) =  0.1980  Prob>chi2 = 0.656

. oneway Sujeito2_media sujeito2_mkt

      Analysis of Variance
-----+-----
Source      SS      df    MS      F    Prob > F
-----+-----
Between groups   1.37619048    1   1.37619048    1.79    0.2176
Within groups   6.14880952    8   .76860119

-----+-----
Total           7.525     9   .836111111
Bartlett's test for equal variances:  chi2(1) =  1.8814  Prob>chi2 = 0.170

iii) . ttest Sujeito2_media == sujeito2_syst, unpaired

Two-sample t test with equal variances

```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
~2_media	10	9.9	.2891559	.9143911	9.245884	10.55412
s~2_syst	10	10.8	.1333333	.421637	10.49838	11.10162
combined	20	10.35	.1862016	.8327191	9.960275	10.73972
diff		-.9	.3184162		-1.568968	-.2310323
diff = mean(Sujeito2_media) - mean(sujeito2_syst) t = -2.8265						
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 18						
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.0056		Pr(T > t) = 0.0112		Pr(T > t) = 0.9944		
. ttest Sujeito2_media == sujeito2_mkt, unpaired						
Two-sample t test with equal variances						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
~2_media	10	9.9	.2891559	.9143911	9.245884	10.55412
su~2_mkt	10	10.7	.1527525	.4830459	10.35445	11.04555
combined	20	10.3	.1837117	.8215838	9.915487	10.68451
diff		-.8	.3270236		-1.487051	-.1129489
diff = mean(Sujeito2_media) - mean(sujeito2_mkt) t = -2.4463						
Ho: diff = 0 degrees of freedom = 18						
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0		
Pr(T < t) = 0.0125		Pr(T > t) = 0.0249		Pr(T > t) = 0.9875		

- G. i)** Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Alemanha (S3)**, após encerramento do leilão (Sujeito3_media), e os valores de referência (sujeito3_syst e sujeito3_mkt); **ii)** Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk sujeito3_media sujeito3_syst sujeito3_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
-----+-----
variable |   obs    w      v      z    Prob>z
-----+-----
Sujeito3_m~a |    10  0.85792  2.190  1.460  0.07211
sujeito3_s~t |    10  0.60021  6.161  3.865  0.00006
sujeito3_mkt |    10  0.82218  2.740  1.928  0.02692

ii) . signrank Sujeito3_media = sujeito3_syst
wilcoxon signed-rank test
      sign |   obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |     9     54     27.5
negative |     1      1     27.5
zero     |     0      0      0
-----+-----
all      |    10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties     -0.63
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance      95.63

Ho: Sujeito3_media = sujeito3_syst
      z = 2.710
      Prob > |z| = 0.0067

. signrank Sujeito3_media = sujeito3_mkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |   obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |     9     54     27.5

```


negative		1	1	27.5
zero		0	0	0
-----+-----				
all		10	55	55
unadjusted variance		96.25		
adjustment for ties		-0.25		
adjustment for zeros		0.00		

adjusted variance		96.00		
Ho: Sujeito3_media = sujeito3_mkt				
		z =	2.705	
		Prob > z =	0.0068	

- H.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Grécia (S4)**, após encerramento do leilão (Sujeito4_media), e os valores de referência (sujeito4_syst e sujeito344_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

i) swilk sujeito4_media sujeito4_mkt						
Shapiro-wilk w test for normal data						
variable		Obs	W	V	z	Prob>z
-----+-----						
Sujeito4_m~a		10	0.94742	0.810	-0.353	0.63811
sujeito4_mkt		10	0.60580	6.075	3.827	0.00006

ii) signrank Sujeito4_media = sujeito4_mkt						
wilcoxon signed-rank test						
sign		obs	sum ranks	expected		
-----+-----						
positive		0	0	27		
negative		9	54	27		
zero		1	1	1		

all		10	55	55		
unadjusted variance		96.25				

```

adjustment for ties      -1.50
adjustment for zeros    -0.25
-----
adjusted variance       94.50

Ho: Sujeito4_media = sujeito4_mkt
      z = -2.777
      Prob > |z| = 0.0055

. signrank Sujeito4_media = sujeito4_syst
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      0      0      27
      negative |      9     54      27
      zero |      1      1      1
-----+-----
      all |     10     55     55
unadjusted variance     96.25
adjustment for ties     -0.75
adjustment for zeros    -0.25
-----
adjusted variance       95.25

Ho: Sujeito4_media = sujeito4_syst
      z = -2.767
      Prob > |z| = 0.0057

```

- I. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **França (S5)**, após encerramento do leilão (Sujeito5_media), e os valores de referência (sujeito5_syst e sujeito5_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk sujeito5_media  sujeito5_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable |  Obs    W      V      z      Prob>z

```

```
-----+-----
Sujeito5_m~a |    10    0.87354    1.949    1.227  0.10990
sujeito5_mkt |    10    0.60021    6.161    3.865  0.00006
```

ii) . signrank **Sujeito5_media = sujeito5_syst**

wilcoxon signed-rank test

```
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        1         5      22.5
negative |        5        40      22.5
zero     |        4        10       10
```

```
-----+-----
      all |      10         55       55
```

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros -7.50

```
-----
adjusted variance      88.75
```

Ho: Sujeito5_media = sujeito5_syst

z = -1.858

Prob > |z| = 0.0632

. signrank **Sujeito5_media = sujeito5_mkt**

wilcoxon signed-rank test

```
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        1         5      22.5
negative |        5        40      22.5
zero     |        4        10       10
```

```
-----+-----
      all |      10         55       55
```

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros -7.50

```

-----
adjusted variance      88.75

Ho: Sujeito5_media = sujeito5_mkt

      z =  -1.858

Prob > |z| =  0.0632

```

- J.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Itália (S6)**, após encerramento do leilão (Sujeito6_media), e os valores de referência (sujeito6_syst e sujeito6_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk Sujeito6_media sujeito6_syst sujeito6_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data

variable |  Obs    W      V      z    Prob>z
-----+-----
Sujeito6_m~a |   10  0.98303  0.261  -2.040  0.97932
Sujeito6_s~t |   10  0.60580  6.075   3.827  0.00006
Sujeito6_mkt |   10  0.97718  0.352  -1.629  0.94830

ii) . signrank Sujeito6_media = sujeito6_mkt

Wilcoxon signed-rank test

      sign |  obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |    4    26.5     27
negative |    5    27.5     27
zero     |    1     1      1
-----+-----
all     |   10    55     55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -1.50
adjustment for zeros     -0.25
-----
adjusted variance      94.50

Ho: Sujeito6_media = sujeito6_mkt

      z =  -0.051

```

```

Prob > |z| = 0.9590

. signrank Sujeito6_media = sujeito6_syst
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	20	26
negative	5	32	26
zero	2	3	3
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -1.38
adjustment for zeros     -1.25
-----
adjusted variance        93.63

Ho: Sujeito6_media = sujeito6_syst

      z = -0.620
Prob > |z| = 0.5352

```

- K.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **R.Unido (S7)**, após encerramento do leilão (Sujeito7_media), e os valores de referência (sujeito7_syst_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

```

i) swilk sujeito7_media sujeito7_syst_mkt

shapiro-wilk w test for normal data

```

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Sujeito7_m~a	10	0.93025	1.075	0.125	0.45039
sujeito7_s~t	10	0.60021	6.161	3.865	0.00006

```

ii) . signrank sujeito7_media = sujeito7_syst_mkt
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			

positive	8	49.5	27
negative	1	4.5	27
zero	1	1	1
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-0.50	
adjustment for zeros		-0.25	

adjusted variance		95.50	
Ho: Sujeito7_media = sujeito7_syst_mkt			
	z =	2.302	
	Prob > z =	0.0213	

- L. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média de títulos detida pela **Holanda (S8)**, após encerramento do leilão (Sujeito8_media), e os valores de referência (sujeito8_syst_mkt); *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre a quantidade média e de referência

i) swilk sujeito8_media sujeito8_syst_mkt					
Shapiro-wilk w test for normal data					
variable	obs	w	v	z	Prob>z
-----+-----					
Sujeito8_m~a	10	0.94449	0.855	-0.264	0.60400
sujeito8_s~t	10	0.60021	6.161	3.865	0.00006
ii) . signrank Sujeito8_media = sujeito8_syst_mkt					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		
-----+-----					
positive	7	49	24.5		
negative	0	0	24.5		
zero	3	6	6		
-----+-----					
all	10	55	55		
unadjusted variance		96.25			

```

adjustment for ties      -1.25
adjustment for zeros    -3.50
-----
adjusted variance       91.50

Ho: Sujeito8_media = sujeito8_syst_mkt
      z = 2.561
      Prob > |z| = 0.0104

```

- M. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços de referência e dos preços médios registados no mercado inicial (Pmedio), no conjunto do tratamento com leilão, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o preço médio e os valores de referência (Psyst e Pmkt)

```

i) swilk Pmedio Psyst Pmkt

      Shapiro-wilk w test for normal data

```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Pmedio	10	0.94606	0.831	-0.311	0.62214
Psyst	7	0.83760	2.133	1.314	0.09435
Pmkt	8	0.71209	4.011	2.739	0.00308

```

ii) . signrank Pmedio = Psyst
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	3	14
negative	5	25	14
zero	0	0	0
all	7	28	28

```

unadjusted variance      35.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
-----
adjusted variance       35.00

```

Ho: Pmedio = Psyst

z = -1.859

Prob > |z| = 0.0630

. signrank Pmedio = Pmkt

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	4	16	18
negative	4	20	18
zero	0	0	0
all	8	36	36
unadjusted variance		51.00	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	
adjusted variance		51.00	

Ho: Pmedio = Pmkt

z = -0.280

Prob > |z| = 0.7794

- N. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade das quantidades de referência (Qsyst e Qmkt) e da quantidade média transaccionada no mercado inicial (Qmedia), no conjunto do tratamento com leilão, e *ii)* Teste de Bartlett à igualdade da variância das quantidades média e de referência; *iii)* Teste t-Student à diferença entre a quantidade média e de referência

i) swilk Qmedia Qsyst Qmkt

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
Qmedia	10	0.95283	0.727	-0.530	0.70208
Qsyst	10	0.98808	0.184	-2.505	0.99388
Qmkt	10	0.99637	0.056	-3.910	0.99995

ii) . oneway Qmedia Qsyst

Analysis of Variance

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.44433316	3	.481444386	0.60	0.6408
Within groups	4.85166712	6	.808611186		
Total	6.29600027	9	.699555586		

Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(3) = 2.6542$ Prob> $\chi^2 = 0.448$

. oneway Qmedia Qmkt

Analysis of Variance

Source	SS	df	MS	F	Prob > F
Between groups	1.53766666	3	.512555554	0.65	0.6132
Within groups	4.75833361	6	.793055602		
Total	6.29600027	9	.699555586		

Bartlett's test for equal variances: $\chi^2(3) = 0.7507$ Prob> $\chi^2 = 0.861$

iii) . ttest Qmedia == Qsyst, unpaired

Two-sample t test with equal variances

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Qmedia	10	3.92	.2644911	.8363944	3.321679	4.518321
Qsyst	10	1.4	.3711843	1.173788	.5603228	2.239677
combined	20	2.66	.3643596	1.629466	1.897387	3.422613
diff		2.52	.4557777		1.562447	3.477553

diff = mean(Qmedia) - mean(Qsyst) t = 5.5290

Ho: diff = 0 degrees of freedom = 18

Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0				
Pr(T < t) = 1.0000	Pr(T > t) = 0.0000	Pr(T > t) = 0.0000				
. ttest Qmedia == Qmkt, unpaired						
Two-sample t test with equal variances						

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
Qmedia	10	3.92	.2644911	.8363944	3.321679	4.518321
Qmkt	10	1.5	.341565	1.080123	.7273262	2.272674
-----+-----						
combined	20	2.71	.348221	1.557292	1.981165	3.438835
-----+-----						
diff		2.42	.4319979		1.512406	3.327594

diff = mean(Qmedia) - mean(Qmkt)					t =	5.6019
Ho: diff = 0					degrees of freedom =	18
Ha: diff < 0	Ha: diff != 0	Ha: diff > 0				
Pr(T < t) = 1.0000	Pr(T > t) = 0.0000	Pr(T > t) = 0.0000				

- O. *ii*) Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) do Excedente das Compras de referência (ExcCompras_syst e ExcCompras_mkt) e do Excedente médio das Compras (excCompras_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão e *ii*) sem a sessão 5 (ExcCompras_medio_ses5); *iii*) Teste t-Student às diferenças entre o Excedente médio das Compras, no total das sessões, e os valores de referência; *iv*) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Compras, sem a sessão 5, e os valores de referência

i) . swilk exccompras_medio exccompras_syst exccompras_mkt					
Shapiro-wilk w test for normal data					
Variable	Obs	w	V	z	Prob>z
exccompras~o	10	0.87459	1.933	1.211	0.11304
exccompra~st	7	0.90897	1.196	0.283	0.38876
exccompra~kt	8	0.95714	0.597	-0.781	0.78248

```
ii) swilk ExcCompras_medio_ses5 ExcComprasSyst ExcComprasMkt
```

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
ExcCompr~es5	10	0.78854	3.259	2.307	0.01052
ExcCompr~st	7	0.90897	1.196	0.283	0.38876
ExcCompr~kt	8	0.95714	0.597	-0.781	0.78248

```
iii) . ttest exccompras_medio == exccompras_syst, unpaired
```

Two-sample t test with equal variances

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
exccom~o	10	537.74	123.3015	389.9137	258.8125	816.6675
excco~st	7	39.85714	6.96395	18.42488	22.81697	56.89731
combined	17	332.7294	93.75821	386.575	133.9709	531.4879
diff		497.8829	148.9507		180.4019	815.3638

diff = mean(exccompras_medio) - mean(exccompras_syst) t = 3.3426

Ho: diff = 0 degrees of freedom = 15

Ha: diff < 0

Ha: diff != 0

Ha: diff > 0

Pr(T < t) = 0.9978

Pr(|T| > |t|) = 0.0045

Pr(T > t) = 0.0022

```
. ttest exccompras_medio == exccompras_syst, unpaired unequal
```

Two-sample t test with unequal variances

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
exccom~o	10	537.74	123.3015	389.9137	258.8125	816.6675
excco~st	7	39.85714	6.96395	18.42488	22.81697	56.89731
combined	17	332.7294	93.75821	386.575	133.9709	531.4879

```

-----+-----
diff |          497.8829    123.498          218.7804    776.9853
-----+-----

diff = mean(exccompras_medio) - mean(exccompras_syst)      t =    4.0315
Ho: diff = 0          Satterthwaite's degrees of freedom =  9.05737

Ha: diff < 0          Ha: diff != 0          Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.9985    Pr(|T| > |t|) = 0.0029    Pr(T > t) = 0.0015

. ttest exccompras_medio == exccompras_mkt, unpaired
Two-sample t test with equal variances
-----+-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
exccom~o |      10     537.74   123.3015   389.9137   258.8125   816.6675
excco~kt |       8     33.875    7.668203   21.68895   15.74258   52.00742
-----+-----
combined |      18     313.8    90.38665   383.4781   123.1008   504.4992
-----+-----

diff |          503.865    138.881          209.4503    798.2797
-----+-----

diff = mean(exccompras_medio) - mean(exccompras_mkt)      t =    3.6280
Ho: diff = 0          degrees of freedom =      16

Ha: diff < 0          Ha: diff != 0          Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.9989    Pr(|T| > |t|) = 0.0023    Pr(T > t) = 0.0011

. ttest exccompras_medio == exccompras_mkt, unpaired unequal
Two-sample t test with unequal variances
-----+-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
exccom~o |      10     537.74   123.3015   389.9137   258.8125   816.6675
excco~kt |       8     33.875    7.668203   21.68895   15.74258   52.00742
-----+-----

```

combined		18	313.8	90.38665	383.4781	123.1008	504.4992
-----+-----							
diff			503.865	123.5398		224.7251	783.0049
-----+-----							
diff = mean(exccompras_medio) - mean(exccompras_mkt)						t =	4.0786
Ho: diff = 0		Satterthwaite's degrees of freedom =				9.06958	
Ha: diff < 0		Ha: diff != 0		Ha: diff > 0			
Pr(T < t) = 0.9986		Pr(T > t) = 0.0027			Pr(T > t) = 0.0014		
iv) signrank Exccompras_medio_ses5 = ExccomprasSyst							
wilcoxon signed-rank test							
	sign		obs	sum ranks	expected		
-----+-----							
	positive		7	28	14		
	negative		0	0	14		
	zero		0	0	0		
-----+-----							
	all		7	28	28		
unadjusted variance			35.00				
adjustment for ties			0.00				
adjustment for zeros			0.00				
adjusted variance			35.00				
Ho: Exccompras_medio_ses5 = ExccomprasSyst							
z =			2.366				
Prob > z =			0.0180				
. signrank Exccompras_medio_ses5 = ExccomprasMkt							
wilcoxon signed-rank test							
	sign		obs	sum ranks	expected		
-----+-----							
	positive		8	36	18		
	negative		0	0	18		
	zero		0	0	0		

```

-----+-----
          all |          8          36          36
unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
          -----
adjusted variance      51.00

Ho: ExcCompras_medio_ses5 = ExcComprasMkt

          z =      2.521
Prob > |z| =      0.0117

```

- P. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente das Vendas de referência (ExcVendas_syst e ExcVendas_mkt) e do Excedente médio das Vendas (ExcVendas_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão e *ii)* sem a sessão 5 (ExcVendas_medio_ses5); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Vendas e os valores de referência, para o conjunto das sessões e *iv)* sem a sessão 5.

```

i) swilk excvendas_medio excvendas_syst excvendas_mkt

          Shapiro-wilk w test for normal data

Variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
excvendas~o | 10  0.83401  2.558  1.782  0.03739
excvendas~st |  7  0.91313  1.141  0.207  0.41796
excvendas~kt |  8  0.89458  1.469  0.650  0.25797

ii) swilk ExcVendas_medio_ses5 ExcVendasSyst ExcVendasMkt

          Shapiro-wilk w test for normal data

Variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
ExcVendas~5 | 10  0.74941  3.862  2.696  0.00351
ExcVendasS~t |  7  0.91313  1.141  0.207  0.41796
ExcVendasMkt |  8  0.89458  1.469  0.650  0.25797

.

iii)  signrank excvendas_medio = excvendas_syst
Wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	7	28	14
negative	0	0	14
zero	0	0	0
all	7	28	28

unadjusted variance 35.00

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 35.00

Ho: excvendas_medio = excvendas_syst

z = 2.366

Prob > |z| = 0.0180

. signrank **excvendas_medio = excvendas_mkt**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	8	36	18
negative	0	0	18
zero	0	0	0
all	8	36	36

unadjusted variance 51.00

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 51.00

Ho: excvendas_medio = excvendas_mkt

z = 2.521

Prob > |z| = 0.0117

iv) signrank **ExcVendas_medio_ses5 = ExcVendasMkt**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	8	36	18
negative	0	0	18
zero	0	0	0
-----+-----			
all	8	36	36
unadjusted variance		51.00	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		51.00	
Ho: ExcVendas_medio_ses5 = ExcVendasMkt			
		z = 2.521	
		Prob > z = 0.0117	
. signrank ExcVendas_medio_ses5 = ExcVendasSyst			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	7	28	14
negative	0	0	14
zero	0	0	0
-----+-----			
all	7	28	28
unadjusted variance		35.00	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		35.00	
Ho: ExcVendas_medio_ses5 = ExcVendasSyst			
		z = 2.366	
		Prob > z = 0.0180	

Q. *i*) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente Total de referência (exctotal_syst e exctotal_mkt) e do Excedente Total médio (exctotal_medio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão e *ii*) sem a

sessão 5 (exctotal_medio_ses5); *iii*) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente Total médio e os valores de referência, para o conjunto das sessões e *iv*) sem a sessão 5.

```

i) swilk exctotal_medio exctotal_syst exctotal_mkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
exctotal_m~o |    10   0.85421   2.247   1.513   0.06519
exctotal_s~t |     7   0.90059   1.306   0.427   0.33457
exctotal_mkt |     8   0.93239   0.942  -0.096   0.53810

ii) swilk ExcTotal_medio_ses5 ExcTotalSyst ExcTotalMkt

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
ExcTotal_m~5 |    10   0.73295   4.116   2.846   0.00221
ExcTotalSyst |     7   0.90059   1.306   0.427   0.33457
ExcTotalMkt |     8   0.93239   0.942  -0.096   0.53810

iii) . signrank exctotal_medio = exctotal_syst
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |         7         28         14
negative |         0          0         14
zero     |         0          0          0
-----+-----
all      |         7         28         28
unadjusted variance      35.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
-----
adjusted variance      35.00

Ho: exctotal_medio = exctotal_syst
      z = 2.366

```

Prob > |z| = 0.0180

. signrank **exctotal_medio = exctotal_mkt**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	8	36	18
negative	0	0	18
zero	0	0	0
all	8	36	36

unadjusted variance 51.00

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 51.00

Ho: exctotal_medio = exctotal_mkt

z = 2.521

Prob > |z| = 0.0117

iv) signrank **ExcTotal_medio_ses5 = ExcTotalSyst**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	7	28	14
negative	0	0	14
zero	0	0	0
all	7	28	28

unadjusted variance 35.00

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 35.00

```

Ho: ExcTotal_medio_ses5 = ExcTotalSyst

          z = 2.366

Prob > |z| = 0.0180

. signrank ExcTotal_medio_ses5 = ExcTotalMkt
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	8	36	18
negative	0	0	18
zero	0	0	0
all	8	36	36

```

unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
-----
adjusted variance        51.00

Ho: ExcTotal_medio_ses5 = ExcTotalMkt

          z = 2.521

Prob > |z| = 0.0117

```

- R. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Bélgica (S1)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S1_Early*) e finais (*DesviosT5_S1_Late*) da sessão

```

i) swilk DesviosT5_syst

          shapiro-wilk w test for normal data

```

variable	obs	w	v	z	Prob>z
DesviosT5~st	10	0.97791	0.341	-1.674	0.95298

```

ii) ttest DesviosT5_syst == 0

one-sample t test

```

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interva]
Desvio..	10	-.2	.1224745	.3872983	-.4770565 .0770565

mean = mean(DesviosT5_syst)		t = -1.6330			
Ho: mean = 0		degrees of freedom = 9			
Ha: mean < 0		Ha: mean != 0		Ha: mean > 0	
Pr(T < t) = 0.0685		Pr(T > t) = 0.1369		Pr(T > t) = 0.9315	
iii) signrank DesviosT5_S1_EarlyS = DesviosT5_S1_LateS					
wilcoxon signed-rank test					
sign	obs	sum ranks	expected		
-----+-----					
positive	2	7	7		
negative	2	7	7		
zero	1	1	1		
-----+-----					
all	5	15	15		
unadjusted variance		13.75			
adjustment for ties		-0.13			
adjustment for zeros		-0.25			

adjusted variance		13.38			
Ho: DesviosT5_S1_EarlyS = DesviosT5_S1_LateS					
z =		0.000			
Prob > z =		1.0000			

Nota1: T5 é a identificação do tratamento com leilão

Nota2: Para a Bélgica (S1), DesviosT5_syst=DesviosT5_mkt. Por isso apenas se apresentam os resultados dos testes a DesviosT5_syst.

- S. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Espanha (S2)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre o valor

desses desvios e 0 (zero); *iii*) Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S2_Early*) e finais (*DesviosT5_S2_Late*) da sessão

i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
DesviosT5~st	10	0.93488	1.004	0.006	0.49753
DesviosT5~kt	10	0.82575	2.685	1.885	0.02974

ii) signrank DesviosT5_syst = 0

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	0	0	26
negative	8	52	26
zero	2	3	3
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-1.50	
adjustment for zeros		-1.25	
adjusted variance		93.50	

Ho: DesviosT5_syst = 0

z = -2.689

Prob > |z| = 0.0072

. signrank DesviosT5_mkt = 0

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	0	0	24.5
negative	7	49	24.5

```

      zero |      3      6      6
-----+-----
      all |     10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -1.38
adjustment for zeros      -3.50
      -----
adjusted variance      91.38

Ho: DesviosT5_mkt = 0
      z = -2.563
Prob > |z| = 0.0104

iii) signrank DesviosT5_S2_EarlyS = DesviosT5_S2_LateS
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      1      4.5      7
      negative |      3      9.5      7
      zero |      1      1      1
-----+-----
      all |      5      15      15
unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.25
adjustment for zeros      -0.25
      -----
adjusted variance      13.25

Ho: DesviosT5_S2_EarlyS = DesviosT5_S2_LateS
      z = -0.687
Prob > |z| = 0.4922

. signrank DesviosT5_S2_EarlyM = DesviosT5_S2_LateM
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected

```

```

-----+-----
positive |      2      8      7
negative |      2      6      7
   zero |      1      1      1
-----+-----
           all |      5     15     15
unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.50
adjustment for zeros      -0.25
           -----
adjusted variance      13.00

Ho: DesviosT5_S2_EarlyM = DesviosT5_S2_LateM

      z =    0.277
Prob > |z| =  0.7815

```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- T. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Alemanha (S3)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registrados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S3_Early*) e finais (*DesviosT5_S3_Late*) da sessão

```

i) . swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt

           Shapiro-wilk w test for normal data
variable |  obs    w      v      z    Prob>z
-----+-----
DesviosT5~st |   10  0.90598  1.449  0.660  0.25452
DesviosT5~kt |   10  0.98969  0.159 -2.689  0.99642

ii) ttest DesviosT5_syst == 0

One-sample t test
-----+-----
Variable |  Obs    Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |   10    .65   .2915476   .9219544  - .0095265  1.309526

```

```

-----
      mean = mean(DesviosT5_syst)                                t = 2.2295
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom = 9

      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.9736                Pr(|T| > |t|) = 0.0527                Pr(T > t) = 0.0264

```

```
. ttest DesviosT5_mkt == 0
```

One-sample t test

```

-----
Variable |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
~sT5_mkt |       10       .65   .0849837   .2687419   .4577536   .8422464

```

```

-----
      mean = mean(DesviosT5_mkt)                                t = 7.6485
Ho: mean = 0                                                    degrees of freedom = 9

      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 1.0000                Pr(|T| > |t|) = 0.0000                Pr(T > t) = 0.0000

```

```
iii) signrank DesviosT5_S3_EarlyS = DesviosT5_S3_LateS
```

Wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |        1      2.5      7
negative |        3     11.5      7
zero     |        1      1      1
-----+-----
all     |        5     15     15

unadjusted variance      13.75
adjustment for ties     -0.25
adjustment for zeros     -0.25
-----
adjusted variance      13.25

```


Ho: DesviosT5_S3_EarlyS = DesviosT5_S3_LateS

z = -1.236

Prob > |z| = 0.2164

. signrank DesviosT5_S3_EarlyM = DesviosT5_S3_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	3	10.5	7
negative	1	3.5	7
zero	1	1	1
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-1.25	
adjustment for zeros		-0.25	

adjusted variance		12.25	

Ho: DesviosT5_S3_EarlyM = DesviosT5_S3_LateM

z = 1.000

Prob > |z| = 0.3173

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- U. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Grécia (S4)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; ii) Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); iii) Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S4_Early*) e finais (*DesviosT5_S4_Late*) da sessão

i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
-----+-----					
DesviosT5~st	10	0.98710	0.199	-2.403	0.99188
DesviosT5~kt	10	0.97931	0.319	-1.767	0.96135

ii) ttest DesviosT5_syst == 0

One-sample t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Desvio..	10	-.1	.1190238	.3763863	-.3692506	.1692506

mean = mean(DesviosT5_syst) t = -0.8402
 Ho: mean = 0 degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0
 Pr(T < t) = 0.2113 Pr(|T| > |t|) = 0.4226 Pr(T > t) = 0.7887

. ttest DesviosT5_mkt == 0

One-sample t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
~sT5_mkt	10	0	.0986013	.3118048	-.2230517	.2230517

mean = mean(DesviosT5_mkt) t = 0.0000
 Ho: mean = 0 degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0
 Pr(T < t) = 0.5000 Pr(|T| > |t|) = 1.0000 Pr(T > t) = 0.5000

iii) signrank DesviosT5_S4_EarlyS = DesviosT5_S4_Lates

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	4.5	7.5
negative	3	10.5	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

```

unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.25
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance        13.50

Ho: DesviosT5_S4_EarlyS = DesviosT5_S4_LateS
      z =  -0.816
      Prob > |z| =  0.4142

. signrank DesviosT5_S4_EarlyM = DesviosT5_S4_LateM
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	8	7.5
negative	2	7	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

```

-----+-----
unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.50
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance        13.25

Ho: DesviosT5_S4_EarlyM = DesviosT5_S4_LateM
      z =  0.137
      Prob > |z| =  0.8907

```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- V. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **França (S5)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S5_Early*) e finais (*DesviosT5_S5_Late*) da sessão

i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt

Shapiro-wilk w test for normal data

Variable	Obs	W	V	Z	Prob>z
DesviosT5~st	10	0.90285	1.497	0.721	0.23541
DesviosT5~kt	10	0.86145	2.135	1.409	0.07937

ii) signrank DesviosT5_syst = 0

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	7.5	27.5
negative	7	47.5	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-0.63	
adjustment for zeros		0.00	
adjusted variance		95.63	

Ho: DesviosT5_syst = 0

$$z = -2.045$$

$$\text{Prob} > |z| = 0.0408$$

. signrank DesviosT5_mkt = 0

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	7.5	27.5
negative	7	47.5	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      -0.63
adjustment for zeros      0.00

```

```

-----
adjusted variance        95.63

```

Ho: DesviosT5_mkt = 0

z = -2.045

Prob > |z| = 0.0408

iii) signrank DesviosT5_S5_EarlyS = DesviosT5_S5_Lates

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	5	7.5
negative	3	10	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

```

unadjusted variance      13.75
adjustment for ties      -0.13
adjustment for zeros      0.00

```

```

-----
adjusted variance        13.63

```

Ho: DesviosT5_S5_EarlyS = DesviosT5_S5_Lates

z = -0.677

Prob > |z| = 0.4982

. signrank DesviosT5_S5_EarlyM = DesviosT5_S5_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	7	7.5
negative	2	8	7.5

zero		0	0	0
-----+-----				
all		5	15	15
unadjusted variance		13.75		
adjustment for ties		0.00		
adjustment for zeros		0.00		

adjusted variance		13.75		
Ho: DesviosT5_S5_EarlyM = DesviosT5_S5_LateM				
z = -0.135				
Prob > z = 0.8927				

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- W. i)** Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Itália (S6)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; **ii)** Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); **iii)** Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S6_Early*) e finais (*DesviosT5_S6_Late*) da sessão

i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt						
shapiro-wilk w test for normal data						
variable		Obs	W	V	z	Prob>z
-----+-----						
DesviosT5~st		10	0.96618	0.521	-1.051	0.85333
DesviosT5~kt		10	0.98437	0.241	-2.150	0.98423
ii) ttest DesviosT5_syst == 0						
One-sample t test						
-----+-----						
variable		Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]
-----+-----						
Desvio..		10	.025	.2594064	.820315	-.561818 .611818
-----+-----						
mean = mean(DesviosT5_syst)						t = 0.0964
Ho: mean = 0						degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0
 Pr(T < t) = 0.5373 Pr(|T| > |t|) = 0.9253 Pr(T > t) = 0.4627

. ttest DesviosT5_mkt == 0

One-sample t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
~sT5_mkt	10	-.075	.1293681	.4090979	-.367651	.217651

mean = mean(DesviosT5_mkt) t = -0.5797
 Ho: mean = 0 degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0 Ha: mean != 0 Ha: mean > 0
 Pr(T < t) = 0.2882 Pr(|T| > |t|) = 0.5763 Pr(T > t) = 0.7118

iii) signrank DesviosT5_S6_EarlyS = DesviosT5_S6_LateS

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	4	7.5
negative	4	11	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

unadjusted variance 13.75
 adjustment for ties -0.13
 adjustment for zeros 0.00

 adjusted variance 13.63

Ho: DesviosT5_S6_EarlyS = DesviosT5_S6_LateS

z = -0.948
 Prob > |z| = 0.3430

```
. signrank DesviosT5_S6_EarlyM = DesviosT5_S6_LateM
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	3	12	7.5
negative	2	3	7.5
zero	0	0	0
all	5	15	15

unadjusted variance 13.75
 adjustment for ties -0.13
 adjustment for zeros 0.00

 adjusted variance 13.63

Ho: DesviosT5_S6_EarlyM = DesviosT5_S6_LateM

z = 1.219

Prob > |z| = 0.2228

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- X. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pelo **Reino Unido (S7)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S7_Early*) e finais (*DesviosT5_S7_Late*) da sessão

```
i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt
```

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
DesviosT5~st	10	0.78176	3.363	2.378	0.00870
DesviosT5~kt	10	0.96333	0.565	-0.927	0.82307

```
ii) signrank DesviosT5_syst = 0
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	7	42	26
negative	1	10	26
zero	2	3	3
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-0.25	
adjustment for zeros		-1.25	

adjusted variance		94.75	
Ho: DesviosT5_syst = 0			
		z = 1.644	
		Prob > z = 0.1002	
. signrank DesviosT5_mkt = 0			
wilcoxon signed-rank test			
sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	6	37	26
negative	2	15	26
zero	2	3	3
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		-0.50	
adjustment for zeros		-1.25	

adjusted variance		94.50	
Ho: DesviosT5_mkt = 0			
		z = 1.132	
		Prob > z = 0.2578	

iii) signrank DesviosT5_S7_EarlyS = DesviosT5_S7_Lates

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	1	4	7
negative	3	10	7
zero	1	1	1
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		-0.25	

adjusted variance		13.50	

Ho: DesviosT5_S7_EarlyS = DesviosT5_S7_Lates

z = -0.816

Prob > |z| = 0.4142

. signrank DesviosT5_S7_EarlyM = DesviosT5_S7_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	2	7	7
negative	2	7	7
zero	1	1	1
-----+-----			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.13	
adjustment for zeros		-0.25	

adjusted variance		13.38	

Ho: DesviosT5_S7_EarlyM = DesviosT5_S7_LateM

```

z = 0.000
Prob > |z| = 1.0000

```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- Y. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre o número de títulos detido pela **Holanda (S8)**, após participação no mercado inicial, e os valores de referência; *ii)* Teste t-Student à diferença entre o valor desses desvios e 0 (zero); *iii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon à diferença entre os desvios registados nos períodos iniciais (*DesviosT5_S8_Early*) e finais (*DesviosT5_S8_Late*) da sessão

```

i) swilk DesviosT5_syst DesviosT5_mkt

          shapiro-wilk w test for normal data
Variable |   Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
DesviosT5~st |   10  0.99738  0.040  -4.262  0.99999
DesviosT5~kt |   10  0.87721  1.892   1.169  0.12121

ii) . ttest DesviosT5_syst == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |   Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
Desvio.. |   10         0   .0745356   .2357023  -.1686112   .1686112

      mean = mean(DesviosT5_syst)                t = 0.0000
Ho: mean = 0                                degrees of freedom = 9

      Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.5000          Pr(|T| > |t|) = 1.0000          Pr(T > t) = 0.5000

. ttest DesviosT5_mkt == 0
One-sample t test
-----+-----
Variable |   Obs      Mean  Std. Err.  Std. Dev.  [95% Conf. Interval]
-----+-----
~st5_mkt |   10      -.1     .1     .3162278  -.3262157   .1262157

```

```

-----
mean = mean(Desviost5_mkt)                                t = -1.0000
Ho: mean = 0                                             degrees of freedom = 9

Ha: mean < 0                Ha: mean != 0                Ha: mean > 0
Pr(T < t) = 0.1717          Pr(|T| > |t|) = 0.3434          Pr(T > t) = 0.8283

```

iii) signrank Desviost5_S8_EarlyS = Desviost5_S8_LateS

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	4	7.5
negative	4	11	7.5
zero	0	0	0
-----+			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	
adjustment for ties		-0.63	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		13.13	

Ho: Desviost5_S8_EarlyS = Desviost5_S8_LateS

z = -0.966

Prob > |z| = 0.3340

. signrank Desviost5_S8_EarlyM = Desviost5_S8_LateM

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	8	7.5
negative	3	7	7.5
zero	0	0	0
-----+			
all	5	15	15
unadjusted variance		13.75	

```

adjustment for ties      -0.63
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance       13.13

Ho: DesviosT5_S8_EarlyM = DesviosT5_S8_LateM

      z =    0.138
Prob > |z| =    0.8902

```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- Z.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços de referência (psyst_rec e pmkt_rec) e dos preços médios registados no mercado de reconciliação (pmdio), no conjunto do tratamento com leilão, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o preço médio e os valores de referência

```

i) swilk pmdio_rec psyst_rec pmkt_rec

      Shapiro-wilk w test for normal data
variable |   Obs    W      V      z    Prob>z
-----+-----
pmdio_rec |    10  0.85034  2.306  1.566  0.05863
psyst_rec |    10  0.80757  2.966  2.099  0.01792
pmkt_rec |    10  0.72142  4.293  2.947  0.00160

ii) . signrank pmdio_rec = psyst_rec

wilcoxon signed-rank test
      sign |   obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |     5     39     27.5
negative |     5     16     27.5
zero     |     0      0      0

-----+-----
all     |    10     55     55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
-----

```

```

adjusted variance      96.25

Ho: pmdio_rec = psyst_rec
      z = 1.172
      Prob > |z| = 0.2411

. signrank pmdio_rec = pmkt_rec
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      6      42      27.5
      negative |      4      13      27.5
      zero |      0      0      0
-----+-----
      all |      10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance      96.25

Ho: pmdio_rec = pmkt_rec
      z = 1.478
      Prob > |z| = 0.1394
    
```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

AA. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade das quantidades de referência (qsyst_rec e qmkt_rec) e da quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação (qmdia), no conjunto do tratamento com leilão, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre a quantidade média e os valores de referência

```

i) swilk qmdia_rec qsyst_rec qmkt_rec

shapiro-wilk w test for normal data
variable |      obs      w      v      z      Prob>z
-----+-----
    
```

```

qmdia_rec |      10   0.82262   2.734   1.923  0.02726
qsyst_rec |      10   0.83586   2.529   1.758  0.03936
qmkt_rec  |      10   0.83586   2.529   1.758  0.03936

```

ii) . signrank qmdia_rec = qmkt_rec

wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |         0         0      9.5
negative |         2        19      9.5
zero     |         8        36      36
-----+-----
all      |        10        55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros    -51.00
-----
adjusted variance      45.25

```

Ho: qmdia_rec = qmkt_rec

z = -1.412

Prob > |z| = 0.1579

. signrank qmdia_rec = qsyst_rec

wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |         0         0      9.5
negative |         2        19      9.5
zero     |         8        36      36
-----+-----
all      |        10        55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros    -51.00
-----

```

```
adjusted variance      45.25
```

```
Ho: qmdia_rec = qsyst_rec
```

```
z = -1.412
```

```
Prob > |z| = 0.1579
```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- BB.** *i)* Teste à normalidade (Shapiro-Wilk) do Excedente médio das Compras (excompras_mdio_rec) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão, e do Excedente das Compras de referência (excompras_recs e excompras_recm) e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Compras e os valores de referência, para o conjunto das quatro sessões e *iii)* sem a sessão 5.

```
i) swilk excompras_mdio_rec excompras_recs excompras_recm
```

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	obs	w	v	z	Prob>z
excompras~c	10	0.93206	1.047	0.079	0.46844
excompras~s	10	0.76051	3.691	2.590	0.00479
excompras~m	10	0.70942	4.478	3.050	0.00115

```
ii) . signrank excompras_mdio_rec = excompras_recs
```

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	1	27.5
negative	9	54	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25
 adjustment for ties 0.00
 adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 96.25

Ho: `exccompras_mdio_rec = exccompras_recS`

$z = -2.701$

Prob > |z| = 0.0069

. `signrank exccompras_mdio_rec = exccompras_recm`

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	1	1	27.5
negative	9	54	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties -0.13

adjustment for zeros 0.00

adjusted variance 96.13

Ho: `exccompras_mdio_rec = exccompras_recm`

$z = -2.703$

Prob > |z| = 0.0069

iii) `signrank ExcCompras_médio_rec_ses5 = ExcCompras_recS`

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	5	25	27.5
negative	5	30	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55

unadjusted variance 96.25

adjustment for ties 0.00

adjustment for zeros 0.00

```

-----
adjusted variance      96.25

Ho: ExcCompras_médio_rec_ses5 = ExcCompras_recS

      z =  -0.255

Prob > |z| =  0.7989

```

Nota1: T5 é a identificação do tratamento com leilão

Nota2: Não apresentamos o valor do teste de Wilcoxon para a hipótese $\text{ExcCompras_médio_rec_ses5} = \text{ExcCompras_recM}$, para a referência *market equilibrium*, por ter um valor exactamente igual ao da referência *system optimum*.

CC. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente médio das Vendas (*excendas_mdio_rec*) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão, e do Excedente das Vendas de referência (*excventas_recs* e *excventas_recm*), e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente médio das Vendas e os valores de referência

```

i) swilk excventas_mdio_rec excventas_recs excventas_recm

      Shapiro-wilk w test for normal data

variable |  Obs    W      V      z    Prob>z
-----+-----
excventas_~c |   10  0.95372  0.713  -0.561  0.71263
excventas_~s |   10  0.60262  6.124   3.848  0.00006
excventas_~m |   10  0.60262  6.124   3.848  0.00006

```

```

ii) .signrank excventas_mdio_rec = excventas_recs

```

wilcoxon signed-rank test

```

      sign |  obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |    6    37      27.5
negative |    4    18      27.5
zero     |    0     0         0
-----+-----
all     |   10    55      55

```

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
-----
adjusted variance      96.25

```

Ho: excvendas_mdio_rec = excvendas_recs

z = 0.968

Prob > |z| = 0.3329

Nota1: T5 é a identificação do tratamento com leilão

Nota2: Os valores teóricos para os excedentes das vendas são iguais para as duas referências consideradas (*system optimum* e *market equilibrium*) pelo que aqui apenas se apresenta o teste relativo à referência *system optimum* (excvendas_mdio_rec=excvendas_recs), já que o valor do teste face à referência *market equilibrium* é exactamente igual.

- DD.** i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade do Excedente Total de referência (exctotal_recs e exctotal_recm) e do Excedente Total médio (exctotal_mdio) realizado no mercado inicial, no conjunto do tratamento com leilão, e ii) Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Excedente Total médio para o conjunto das sessões e os valores de referência e iii) sem a sessão 5.

i) . swilk exctotal_mdio_rec exctotal_recs exctotal_recm

Shapiro-wilk w test for normal data

variable	Obs	W	V	z	Prob>z
exctotal_m~c	10	0.89232	1.659	0.915	0.18008
exctotal_r~s	10	0.80752	2.966	2.099	0.01789
exctotal_r~m	10	0.76445	3.630	2.552	0.00535

ii) . signrank exctotal_mdio_rec = exctotal_recs

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
positive	2	8	27.5
negative	8	47	27.5
zero	0	0	0
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	
adjusted variance		96.25	

Ho: exctotal_mdio_rec = exctotal_rec

z = -1.988

Prob > |z| = 0.0469

. signrank **exctotal_mdio_rec = exctotal_rec**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	2	9	27.5
negative	8	46	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		0.00	
adjustment for zeros		0.00	

adjusted variance		96.25	

Ho: exctotal_mdio_rec = exctotal_rec

z = -1.886

Prob > |z| = 0.0593

iii) signrank **ExcTotal_médio_rec_ses5 = ExcTOTAL_rec**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	4	25	27.5
negative	6	30	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55
unadjusted variance		96.25	
adjustment for ties		0.00	

```

adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance        96.25

Ho: ExcTotal_médio_rec_ses5 = ExcTOTAL_recS

      z =  -0.255
Prob > |z| =  0.7989

. signrank ExcTotal_médio_rec_ses5 = ExcTOTAL_recM
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      3      24      27.5
      negative |      7      31      27.5
      zero |      0      0      0
-----+-----
      all |      10      55      55

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance        96.25

Ho: ExcTotal_médio_rec_ses5 = ExcTOTAL_recM

      z =  -0.357
Prob > |z| =  0.7213
    
```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- EE.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos Custos de Abatimento de referência (CustoAbatSyst, CustAbatMkt, CustoAbatCCUs e CustoAbatCCUm) e do Custo médio de Abatimento (CustoAbat_medio), no conjunto do tratamento com leilão; *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre o Custo médio de Abatimento e os valores de referência, para a totalidade das sessões e *iii)* sem a sessão 5

```

i) swilk CustoAbat_medio CCUs CCUm BTUs BTUm

      Shapiro-wilk w test for normal data
      variable |      Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
    
```

```

CustoAbat_~o |    10    0.84567    2.378    1.630    0.05157
      CCUS |    10    0.80534    3.000    2.124    0.01683
      CCUm |    10    0.74919    3.865    2.698    0.00349
      BTUs |    10    0.91669    1.284    0.439    0.33017
      BTUm |    10    0.81904    2.789    1.966    0.02467

```

```
ii) . signrank CustoAbat_medio = BTUs
```

wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |       7      39      27.5
negative |       3      16      27.5
zero     |       0       0       0
-----+-----
all      |      10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
-----
adjusted variance      96.25

```

Ho: CustoAbat_medio = BTUs

z = 1.172

Prob > |z| = 0.2411

```
. signrank CustoAbat_medio = BTUm
```

wilcoxon signed-rank test

```

      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
positive |       7      44      27.5
negative |       3      11      27.5
zero     |       0       0       0
-----+-----
all      |      10      55      55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00

```

```

adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance        96.25

Ho: CustoAbat_medio = BTUm

      z =  1.682
Prob > |z| =  0.0926

. signrank CustoAbat_medio = CCUs
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	9	27.5
negative	9	46	27.5
zero	0	0	0
-----+			
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance        96.25

Ho: CustoAbat_medio = CCUs

      z = -1.886
Prob > |z| =  0.0593

. signrank CustoAbat_medio = CCUm
wilcoxon signed-rank test

```

sign	obs	sum ranks	expected
positive	1	3	27.5
negative	9	52	27.5
zero	0	0	0
-----+			
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00

```

```

-----
adjusted variance       96.25

```

Ho: CustoAbat_medio = CCum

z = -2.497

Prob > |z| = 0.0125

iii) signrank **CustoAbat_medio_ses5 = BTUS**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	6	35	27.5
negative	4	20	27.5
zero	0	0	0
-----+-----			
all	10	55	55

```

unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00

```

```

-----
adjusted variance       96.25

```

Ho: CustoAbat_medio_ses5 = BTUS

z = 0.764

Prob > |z| = 0.4446

. signrank **CustoAbat_medio_ses5 = BTUM**

wilcoxon signed-rank test

sign	obs	sum ranks	expected
-----+-----			
positive	6	39	27.5
negative	4	16	27.5


```

      zero |      0      0      0
-----+-----
      all |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      96.25
Ho: CustoAbat_medio_ses5 = BTUm
      z = 1.172
Prob > |z| = 0.2411

. signrank CustoAbat_medio_ses5 = CCUS
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      1      4      27.5
      negative |      9     51      27.5
      zero |      0      0      0
-----+-----
      all |      10     55     55
unadjusted variance      96.25
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros      0.00
      -----
adjusted variance      96.25
Ho: CustoAbat_medio_ses5 = CCUS
      z = -2.395
Prob > |z| = 0.0166

. signrank CustoAbat_medio_ses5 = CCUM
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      0      0      27.5
      negative |     10     55      27.5

```

zero		0	0	0
-----+-----				
all		10	55	55
unadjusted variance		96.25		
adjustment for ties		0.00		
adjustment for zeros		0.00		

adjusted variance		96.25		
Ho: CustoAbat_medio_ses5 = CCum				
		z =	-2.803	
		Prob > z =	0.0051	

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

- FF.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos Ganhos de referência para cada sujeito (GanhosT5_syst, GanhosT5_mkt) e dos Ganhos médios observados para cada sujeito (GanhosT5_media), no conjunto do tratamento com leilão, e *ii)* Teste não paramétrico de Wilcoxon às diferenças entre Ganhos médios observados e os valores de referência

swilk Ganhost5_syst Ganhost5_mkt Ganhost5_media						
Shapiro-wilk w test for normal data						
variable		Obs	W	V	z	Prob>z
-----+-----						
Ganhost5_s~t		8	0.94818	0.722	-0.504	0.69282
Ganhost5_mkt		8	0.98369	0.227	-2.030	0.97882
Ganhost5_m~a		8	0.81061	2.638	1.785	0.03714
. signrank Ganhost5_media = Ganhost5_syst						
wilcoxon signed-rank test						
sign		obs	sum ranks	expected		
-----+-----						
positive		5	29	18		
negative		3	7	18		
zero		0	0	0		
-----+-----						
all		8	36	36		

```

unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
      -----
adjusted variance       51.00
Ho: Ganhost5_media = Ganhost5_syst
      z = 1.540
      Prob > |z| = 0.1235

. signrank Ganhost5_media = Ganhost5_mkt
wilcoxon signed-rank test
      sign |      obs  sum ranks  expected
-----+-----
      positive |      7      34      18
      negative |      1       2      18
      zero |      0       0       0
-----+-----
      all |      8      36      36
unadjusted variance      51.00
adjustment for ties      0.00
adjustment for zeros     0.00
      -----
adjusted variance       51.00
Ho: Ganhost5_media = Ganhost5_mkt
      z = 2.240
      Prob > |z| = 0.0251

```

Nota: T5 é a identificação do tratamento com leilão

ANEXO 10

**RESULTADOS DOS TESTES ESTATÍSTICOS, REALIZADOS NO STATA9,
RELATIVOS À COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS MÉDIOS OBTIDOS
NAS SESSÕES COM *GRANDFATHERING* E COM LEILÃO INICIAL
(ANÁLISE DO IMPACTO DO MÉTODO DE AFECTAÇÃO INICIAL DOS
DIREITOS DE EMISSÃO)**

- A. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos índices de eficiência médios registados em cada sessão face às referências teóricas *System* e *Market* (*Is_medio* e *Im_medio*) e *ii)* Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon às diferenças entre o valor desses índices nos dois tratamentos (*D=0* para *grandfathering* e *D=1* para leilão inicial)

```

i) swilk Is_medio Im_medio

                Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |   Obs       W         V         z       Prob>z
-----+-----
Is_medio |     8   0.53852   6.429   4.014   0.00003
Im_medio |     8   0.57154   5.969   3.796   0.00007

ii) . ranksum Is_medio, by (D)
Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

      D |   obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |     4     18.5     18
      1 |     4     17.5     18
-----+-----
combined |     8     36     36
unadjusted variance      12.00
adjustment for ties      -0.14
-----
adjusted variance      11.86

Ho: Is_medio(D==0) = Is_medio(D==1)

      z =   0.145

```

```

Prob > |z| = 0.8845

. ranksum Im_medio, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test
      D |      obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |       4     18.5     18
      1 |       4     17.5     18
-----+-----
combined |      8     36     36
unadjusted variance      12.00
adjustment for ties      -0.14
-----
adjusted variance      11.86

Ho: Im_medio(D==0) = Im_medio(D==1)

      z = 0.145
Prob > |z| = 0.8845

```

- B. i) Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon às diferenças entre o valor do *banking* no início de cada período em cada sessão (BkgPrec) nos dois tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial) e ii) Teste de correlação

```

i) ranksum BkgPrec, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test
      D |      obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |     40   1365.5   1620
      1 |     40   1874.5   1620
-----+-----
combined |     80   3240   3240
unadjusted variance    10800.00
adjustment for ties    -136.84
-----
adjusted variance    10663.16

```

```

Ho: BkgPrec(D==0) = BkgPrec(D==1)

      z =  -2.465
Prob > |z| =  0.0137

ii) pwcorr BkgPrec D, sig star(.05)

      | BkgPrec      D
-----+-----
BkgPrec |  1.0000
      D |  0.3250*  1.0000
      |  0.0033

```

- C. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre a quantidade média transaccionada e a quantidade prevista em cada período das 8 sessões (DifQuantSyst e DifQuantMkt); *ii)* Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon às diferenças entre o valor desses desvios em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial) e *ii)* Teste de correlação

```

i) swilk DifQuantsyst DifQuantMkt

      Shapiro-wilk w test for normal data

variable |  obs    w      v      z      Prob>z
-----+-----
DifQuantSyst |   80  0.97153  1.955  1.468  0.07101
DifQuantMkt |   80  0.98273  1.186  0.373  0.35449

ii) ranksum DifQuantsyst, by(D)

Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test

      D |  obs  rank sum  expected
-----+-----
      0 |   40   873.5    1620
      1 |   40  2366.5    1620
-----+-----
combined |   80   3240    3240

unadjusted variance  10800.00

```

```

adjustment for ties      -147.97
      -----
adjusted variance       10652.03

Ho: DifQu~st(D==0) = DifQu~st(D==1)
      z =  -7.233
      Prob > |z| =  0.0000

ranksum DifQuantMkt, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test
      D |      obs   rank sum   expected
      -----+-----
      0 |      40    1013.5    1620
      1 |      40    2226.5    1620
      -----+-----
      combined |      80    3240    3240
unadjusted variance    10800.00
adjustment for ties    -198.48
      -----
adjusted variance      10601.52

Ho: DifQu~kt(D==0) = DifQu~kt(D==1)
      z =  -5.890
      Prob > |z| =  0.0000

iii) pwcorr DifQuantSyst D, sig star(.05)
      | DifQu~st      D
      -----+-----
DifQuantSyst |  1.0000
      D |  0.7612*  1.0000
      |  0.0000
      |
. pwcorr DifQuantMkt D, sig star(.05)
      | DifQu~kt      D
      -----+-----

```

DifQuantMkt		1.0000
D		0.6283* 1.0000
		0.0000

- D.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos desvios entre os preços médios de transacção e os preços de referência em cada período das 8 sessões (DifPmedioSyst e DifPmedioMkt); *ii)* Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon às diferenças entre o valor desses desvios em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial) e *ii)* Teste de correlação

```

i) swilk DifPmedioSyst DifPmedioMkt

                Shapiro-Wilk w test for normal data
Variable |      Obs       W         V         z       Prob>z
-----+-----
DifPmedioS~t |      68    0.91788    4.937    3.467    0.00026
DifPmedioMkt |      72    0.96730    2.059    1.573    0.05781

ii) ranksum DifPmedioSyst, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test
      D |      obs    rank sum    expected
-----+-----
      0 |      40    1765.5    1380
      1 |      28    580.5    966
-----+-----
combined |      68    2346    2346
unadjusted variance    6440.00
adjustment for ties    -0.49
-----
adjusted variance    6439.51

Ho: DifPm~st(D==0) = DifPm~st(D==1)
      z =    4.804
Prob > |z| =    0.0000

ranksum DifPmedioMkt, by(D)

```



```

Two-sample Wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test

      D |      obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |      40     1797     1460
      1 |      32     831     1168
-----+-----
combined |      72     2628     2628
unadjusted variance      7786.67
adjustment for ties      -0.50
-----
adjusted variance      7786.17

Ho: DifP~Mkt(D==0) = DifP~Mkt(D==1)

      z = 3.819
Prob > |z| = 0.0001

iii) pwcorr DifPmediosSyst D, sig star(.05)
      | DifPm~st      D
-----+-----
DifPmedios~t | 1.0000
      D | -0.5295* 1.0000
      | 0.0000

```

- E. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média transaccionada no conjunto de cada um dos tratamentos (Qmedia); *ii)* Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon à igualdade entre as quantidades médias transaccionadas em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

```

i) swilk Qmedia

      Shapiro-wilk w test for normal data
Variable | Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
Qmedia | 20  0.91865  1.926  1.320  0.09333

ii) . ranksum Qmedia, by(D)

```

Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-whitney) test			
D	obs	rank sum	expected
0	10	151	105
1	10	59	105
-----+			
combined	20	210	210
unadjusted variance		175.00	
adjustment for ties		-0.79	

adjusted variance		174.21	
Ho: Qmedia(D==0) = Qmedia(D==1)			
		z = 3.485	
		Prob > z = 0.0005	

- F. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços médios de transacção no conjunto de cada um dos tratamentos (Pmedio); *ii)* Teste de Bartlett à igualdade da variância dos preços médios nos dois tratamentos; *iii)* Teste t-Student à igualdade entre os preços médios de transacção em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

i) swilk Pmedio					
Shapiro-wilk w test for normal data					
variable	Obs	W	V	z	Prob>z
-----+					
Pmedio	20	0.94278	1.354	0.611	0.27045
ii) oneway Pmedio D					
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F
-----+					
Between groups	901.824029	1	901.824029	1.91	0.1835
within groups	8485.06048	18	471.392249		
-----+					
Total	9386.88451	19	494.046553		
Bartlett's test for equal variances: chi2(1) = 1.1191 Prob>chi2 = 0.290					

```

iii) ttest Pmedio, by(D)
Two-sample t test with equal variances
-----+-----
Group | Obs      Mean      Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
0 | 10      155.05     5.532354    17.49484    142.5349    167.5651
1 | 10      141.62     7.979443    25.23321    123.5692    159.6708
-----+-----
combined | 20      148.335    4.970144    22.22716    137.9324    158.7376
-----+-----
diff |              13.43     9.709709                -6.969345    33.82934
-----+-----

diff = mean(0) - mean(1)                                t = 1.3832
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom = 18

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.9082          Pr(|T| > |t|) = 0.1835          Pr(T > t) = 0.0918

```

- G. i) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos excedentes médios das compras, das vendas e total (ExcCompras_medio ExcVendas_medio ExcTotal_medio);
ii) Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon à igualdade entre os excedentes em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

```

i) swilk ExcTotal_medio ExcCompras_medio ExcVendas_medio
Shapiro-wilk w test for normal data
Variable | Obs      W          V          z          Prob>z
-----+-----
ExcTotal_m~o | 20      0.95793    0.996    -0.008    0.50338
ExcCompras~o | 20      0.82607    4.117     2.852    0.00217
ExcVendas~o | 20      0.88229    2.786     2.065    0.01946

ii) . ranksum ExcTotal_medio, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
D | obs      rank sum      expected

```

```

-----+-----
      0 |      10      101      105
      1 |      10      109      105
-----+-----

    combined |      20      210      210
unadjusted variance      175.00
adjustment for ties      0.00
-----
adjusted variance      175.00

Ho: ExcTot~o(D==0) = ExcTot~o(D==1)
      z =  -0.302
Prob > |z| =  0.7624

. ranksum ExcCompras_medio, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
      D |      obs      rank sum      expected
-----+-----
      0 |      10      91      105
      1 |      10      119      105
-----+-----

    combined |      20      210      210
unadjusted variance      175.00
adjustment for ties      0.00
-----
adjusted variance      175.00

Ho: ExcCom~o(D==0) = ExcCom~o(D==1)
      z =  -1.058
Prob > |z| =  0.2899

. ranksum ExcVendas_medio, by(D)
Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test
      D |      obs      rank sum      expected

```

0	10	153	105
1	10	57	105
-----+			
combined	20	210	210
unadjusted variance		175.00	
adjustment for ties		0.00	

adjusted variance		175.00	
Ho: $\text{ExcVen} \sim \text{N}(D=0) = \text{ExcVen} \sim \text{N}(D=1)$			
		z =	3.628
		Prob > z =	0.0003

- H. *i)*) Teste de Shapiro-Wilk à normalidade da quantidade média transaccionada no mercado de reconciliação no conjunto de cada um dos tratamentos (Qmedia); *ii)*) Teste de Bartlett à igualdade da variância das quantidades médias nos dois tratamentos; *iii)*) Teste t-Student à igualdade entre as quantidades de transacção no mercado de reconciliação em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

i) swilk Qmedia_rec					
shapiro-wilk w test for normal data					
variable	obs	w	v	z	Prob>z
-----+					
Qmedia_rec	20	0.97251	0.651	-0.866	0.80673
ii) . oneway Qmedia_rec D					
Analysis of Variance					
Source	SS	df	MS	F	Prob > F

Between groups	.004499999	1	.004499999	0.01	0.9207
within groups	7.94499974	18	.441388875		

Total	7.94949974	19	.418394723		
Bartlett's test for equal variances: chi2(1) = 0.1236 Prob>chi2 = 0.725					

```

iii) . ttest Qmedia_rec, by(D)

Two-sample t test with equal variances
-----+-----
Group | Obs      Mean    Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
    0 |    10     1.41    .2223361    .7030884    .9070408    1.912959
    1 |    10     1.38    .1970899    .6232531    .9341516    1.825848
-----+-----
combined |    20     1.395   .1446366    .6468344    1.092272    1.697728
-----+-----
diff |           .03    .2971158           -.5942171    .654217
-----+-----

diff = mean(0) - mean(1)                                t =    0.1010
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom =    18

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.5397          Pr(|T| > |t|) = 0.9207          Pr(T > t) = 0.4603

```

- I. *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos preços médios de transacção no mercado de reconciliação, no conjunto de cada um dos tratamentos (Pmedio); *ii)* Teste de Bartlett à igualdade da variância dos preços médios nos dois tratamentos; *iii)* Teste t-Student à igualdade entre os preços médios de transacção em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

```

i) swilk Pmedio_rec

Shapiro-wilk w test for normal data
-----+-----
Variable | Obs      W          V          z          Prob>z
-----+-----
Pmedio_rec |    20    0.92472    1.782    1.164    0.12216

ii) oneway Pmedio_rec D

Analysis of Variance
-----+-----
Source      SS          df          MS          F          Prob > F
-----+-----
Between groups    12330.576    1    12330.576    2.60    0.1244
Within groups    85425.3193    18    4745.85107

```

```

-----
Total          97755.8953    19    5145.04712
Bartlett's test for equal variances:  chi2(1) =  0.3311  Prob>chi2 = 0.565

iii)  ttest Pmedio_rec, by(D)
Two-sample t test with equal variances
-----
Group |      Obs      Mean   Std. Err.   Std. Dev.   [95% Conf. Interval]
-----+-----
    0 |      10     239.83   23.81595   75.31265   185.9546   293.7054
    1 |      10     190.17   19.54407   61.80378   145.9582   234.3818
-----+-----
combined |     20      215    16.03909   71.72898   181.4298   248.5702
-----+-----
diff |           49.66   30.80861           -15.06648   114.3865
-----+-----

diff = mean(0) - mean(1)                                t =  1.6119
Ho: diff = 0                                           degrees of freedom =  18

Ha: diff < 0                Ha: diff != 0                Ha: diff > 0
Pr(T < t) = 0.9378          Pr(|T| > |t|) = 0.1244          Pr(T > t) = 0.0622

```

- J.** *i)* Teste de Shapiro-Wilk à normalidade dos excedentes médios das compras, das vendas e total no mercado de reconciliação (ExcCompras_medio_rec ExcVendas_medio_rec ExcTotal_medio_rec); *ii)* Teste não paramétrico de Mann-Whitney-Wilcoxon à igualdade entre os excedentes em cada um dos tratamentos (D=0 para *grandfathering* e D=1 para leilão inicial)

```

i)  swilk ExcTotal_medio_rec ExcCompras_medio_rec ExcVendas_medio_rec
Shapiro-wilk w test for normal data
Variable |      Obs      W      V      z      Prob>z
-----+-----
ExcTotal_m~c |     20    0.91385    2.039    1.436    0.07549
ExcCompras~c |     20    0.92832    1.697    1.065    0.14333
ExcVendas~c |     20    0.96061    0.932   -0.141    0.55602

```

```

ii) . ranksum ExcTotal_medio_rec, by(D)

Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

      D |      obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |      10       79       105
      1 |      10      131       105
-----+-----

combined |      20      210       210
unadjusted variance      175.00
adjustment for ties      0.00
-----
adjusted variance      175.00

Ho: ExcTot~c(D==0) = ExcTot~c(D==1)

      z =  -1.965
Prob > |z| =  0.0494

. ranksum ExcCompras_medio_rec, by(D)

Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

      D |      obs   rank sum   expected
-----+-----
      0 |      10       71       105
      1 |      10      139       105
-----+-----

combined |      20      210       210
unadjusted variance      175.00
adjustment for ties      0.00
-----
adjusted variance      175.00

Ho: ExcCom~c(D==0) = ExcCom~c(D==1)

      z =  -2.570
Prob > |z| =  0.0102

. ranksum ExcVendas_medio_rec, by(D)

```


Two-sample wilcoxon rank-sum (Mann-Whitney) test

D	obs	rank sum	expected
-----+-----			
0	10	131	105
1	10	79	105
-----+-----			
combined	20	210	210
unadjusted variance		175.00	
adjustment for ties		0.00	

adjusted variance		175.00	

Ho: $\text{ExcVen} \sim c(D==0) = \text{ExcVen} \sim c(D==1)$

z = 1.965

Prob > |z| = 0.0494