

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Catarina Maria Ramoa Araújo

**Validação do equipamento *FoodScan* –  
análise NIR para produtos à base de carne**

Dissertação de Mestrado em  
Biotecnologia

Trabalho efetuado sob a orientação do  
**Professor Doutor José António Couto Teixeira**

## **DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS**

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

### **Licença concedida aos utilizadores deste trabalho**



**Atribuição-NãoComercial-SemDerivações**  
**CC BY-NC-ND**

## **Agradecimentos**

Com o cessar deste trabalho, não podia deixar de prestar o meu sincero agradecimento e consideração por todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e conclusão deste projeto.

Em primeiro lugar, queria deixar um grande agradecimento à Empresa C, por ter permitido a realização deste trabalho e por toda a experiência que me proporcionou através de um conhecimento diversificado a nível empresarial acrescentando valor à minha formação académica. Em especial, queria deixar o meu sincero agradecimento à minha orientadora na Empresa e também a toda a equipa do Departamento da Qualidade, por nunca recusarem ajudar-me ao longo do meu percurso e mostrarem-se sempre disponíveis para partilharem o seu conhecimento e experiência. Sem a sabedoria, generosidade, dedicação e acompanhamento destas pessoas, seria impossível alcançar os objetivos desta dissertação. Ainda na Empresa, também estou grata a todos os colaboradores com quem contactei, pois cada um, à sua maneira contribuiu para a minha integração naquele ambiente e permitiu que aprendesse o máximo possível da realidade do setor industrial, concretamente o agroalimentar.

Deixo ainda um especial obrigada ao meu orientador na Universidade do Minho, Doutor José Teixeira pela partilha dos conhecimentos, disponibilidade, apoio e por todas as orientações dadas ao longo desta jornada.

Por fim – mas não menos importante – queria deixar o meu mais sincero agradecimento à minha família e amigos mais próximos, pelo apoio incondicional ao longo da caminhada que foi a minha formação académica. Por todo o incentivo no percurso académico, paciência, festejos das vitórias, ânimo e amparo nas derrotas, quero deixar o meu muito obrigada à minha mãe, irmã, prima e avós. Obrigada pelo amor, paciência, alegria e atenção que nunca me faltou. Obrigada por estarem sempre presentes com o vosso apoio e incentivo constante, fizeram-me acreditar que tudo é possível.

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

## **RESUMO**

O conceito segurança alimentar e melhor qualidade do produto, aliados aos requisitos legais necessários à elaboração de declarações nutricionais de produtos de charcutaria fazem com que a indústria alimentar necessite de ter ao seu dispor metodologias analíticas para a realização de análises aos parâmetros que constam nessas declarações. Estas metodologias analíticas convencionais são cada vez mais necessárias mas acarretam para as empresas um custo muito elevado, pelo que houve a necessidade de desenvolver metodologias alternativas, entre as quais as resultantes da aplicação tecnologia NIR, que levou ao surgimento do *FoodScan*.

O projeto aqui apresentado surge no âmbito do estágio curricular que foi realizado na Empresa C, responsável pela produção e comercialização de produtos de charcutaria e teve como objetivo a validação do *FoodScan*, disponível no laboratório interno da Empresa, para ser possível reforçar os níveis de precisão e exatidão do equipamento para 4 parâmetros nutricionais: Proteína, Humidade, Lípidos e Sal.

Neste projeto o primeiro passo consistiu na escolha dos produtos a analisar e selecionaram-se os mais críticos, ou seja, um Fiambre de Suíno, um Fiambre de Peru, uma Mortadela com Azeitona, um Bacon e um Chouriço. De seguida iniciou-se o processo de análise dos produtos no *FoodScan* e num Laboratório Externo acreditado e com metodologias acreditadas. Assim sendo, para validar o equipamento foi feita uma análise da sua repetibilidade para cada produto, da qual se concluiu que, neste estudo, o *FoodScan* é equivalente às metodologias acreditadas para alguns parâmetros nutricionais em alguns produtos, mas que se apresenta como não sendo exato. Adicionalmente, realizou-se um teste estatístico para perceber a existência de diferenças entre as metodologias de análise mas por parâmetro nutricional, no qual se concluiu que o parâmetro Proteína foi o que apresentou mais diferenças, pelo que a calibração ANN, pode necessitar de ajustes neste parâmetro.

Por fim, conclui-se que este projeto é de elevada importância para a Empresa C, pelo que este é apenas o início do mesmo, uma vez que o equipamento apresenta resultados promissores, mas necessita, por exemplo, do aumento da amostragem de cada um por produtos, bem como a análise da reprodutibilidade para ser possível efetivamente validar o *FoodScan*.

**Palavras-chaves:** Declaração Nutricional; *FoodScan*; Produtos à base de carne; Rotulagem; Validação.

## **ABSTRACT**

The concept of food safety and higher product quality, coupled with the necessary legal requirements for the preparation of nutritional declarations for charcuterie products, requires the food industry to have analytical methodologies at its disposal to analyze the parameters listed in these declarations. These conventional analytical methodologies are increasingly necessary but come with a high cost for companies. Hence, there was a need to develop alternative methodologies, including those resulting from the application of NIR (Near Infrared) technology, which led to the emergence of FoodScan.

The project presented here arises within the scope of the curricular internship carried out at Company C, responsible for the production and commercialization of charcuterie products. Its objective was to validate the FoodScan, available in the company's internal laboratory, in order to enhance the levels of precision and accuracy of the equipment for four nutritional parameters: Protein, Moisture, Lipids, and Salt.

In this project, the first step involved selecting the products for analysis, focusing on the most critical ones, including Pork Ham, Turkey Ham, Olive "Mortadela", Bacon, and "Chouriço". Subsequently, the process of analyzing the products was initiated using the FoodScan and an externally accredited laboratory with accredited methodologies. To validate the equipment, a repeatability analysis was conducted for each product, and the conclusion was that, in this study, the FoodScan is equivalent to accredited methodologies for some nutritional parameters in certain products but is not entirely accurate. Additionally, a statistical test was performed to assess differences between the analysis methodologies, but by nutritional parameter. It was found that the protein parameter exhibited the most differences, suggesting that the ANN calibration may need adjustments for this parameter.

In conclusion, this project is of high importance to Company C, and this is just the beginning of it. The equipment shows promising results but requires further steps, such as increasing the sample size for each product and conducting reproducibility analysis, to effectively validate the FoodScan.

**Keywords:** Nutritional Declaration; *FoodScan*; Meat products; Labeling; Validation.

# Índice

<b>RESUMO</b> .....	V
<b>ABSTRACT</b> .....	VI
<b>Lista de Figuras</b> .....	X
<b>Lista de Tabelas</b> .....	XII
<b>1. Introdução</b> .....	13
<b>1.1 Objetivos e Motivação</b> .....	13
<b>1.2 Grupo R</b> .....	13
<b>1.2.1 História</b> .....	13
<b>1.2.2 Estrutura Organizacional</b> .....	14
<b>1.3 Organização da Dissertação</b> .....	15
<b>2. Estado da Arte</b> .....	17
<b>2.1 Indústria Alimentar</b> .....	17
<b>2.1.1 Indústria das Carnes: setor da charcutaria</b> .....	18
<b>2.2 Qualidade na Indústria Alimentar</b> .....	21
<b>2.3 Qualidade Nutricional dos Produtos</b> .....	23
<b>2.3.1 Requisitos Legais de Rotulagem</b> .....	24
<b>2.3.2 Metodologias de análises Físico-químicas</b> .....	25
<b>2.3.3 Metodologia <i>Near Infrared Spectroscopy (NIR)</i></b> .....	27
<b>3. Materiais e Métodos</b> .....	31
<b>3.1 Materiais</b> .....	31
<b>3.2 Métodos</b> .....	31
<b>3.2.1 Seleção dos Produtos</b> .....	31
<b>3.2.2 Amostragem</b> .....	32
<b>3.2.3 Metodologia do Laboratório Interno – <i>FoodScan</i></b> .....	33
<b>3.2.4 Metodologia do Laboratório Externo</b> .....	37
<b>3.2.5 Tratamento de Resultados</b> .....	38
<b>4. Resultados e Discussão</b> .....	43
<b>4.1 Validação da metodologia <i>FoodScan</i> por Produto</b> .....	43
<b>4.1.1 Fiambre de Suíno</b> .....	43
<b>4.1.2 Fiambre de Peru</b> .....	47
<b>4.1.3 Mortadela com Azeitona</b> .....	49
<b>4.1.4 Bacon</b> .....	53
<b>4.1.5 Chouriço</b> .....	55
<b>4.2 Validação da metodologia <i>FoodScan</i> por Parâmetro Nutricional</b> .....	57
<b>4.2.1 Proteína</b> .....	58
<b>4.2.2 Humidade</b> .....	59
<b>4.2.3 Lípidos</b> .....	59

<b>4.2.4</b>	<b>Sal</b> .....	60
<b>5.</b>	<b>Conclusão</b> .....	62
<b>5.1</b>	<b>Considerações Finais</b> .....	62
<b>5.2</b>	<b>Perspetivas Futuras</b> .....	62
<b>Bibliografia</b>	.....	64
<b>Anexos</b> .....		67
<b>A 1</b>	<b>- Relatório de Manutenção do Equipamento</b> .....	67
<b>A 2</b>	<b>- Exemplo do Excel extraído do <i>FoodScan</i></b> .....	68
<b>A 3</b>	<b>- Tabela com a compilação dos Resultados Brutos</b> .....	69

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

AAS – Espectrometria de absorção atômica

ANN – *Artificial Neural Network*

AOAC – *Association of Official Analytical Chemists*

BEA – Bem-estar Animal

*BRCGS Food – British Retail Consortium Global Standards*

EU – União Europeia

CV – Coeficiente de variação

FES – Espectroscopia de emissão de chama

(FT)–NIR – *Transform near-infrared spectroscopy de Fourier*

GFSI – *Global Food Safety Initiative*

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control*

IC – Cromatografia Iônica

ICP–MS – Espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente

*IFS Food – International Featured Standard Food*

ISO – *International Standard Organization*

LOD – Limite de Detecção

LOQ – Limite de Quantificação

min – Minutos

NIR – *Near Infrared Spectroscopy*

nm – Nanómetros

NP – Norma Portuguesa

r – Limite de Repetibilidade

rpm – Rotações por minuto

RSD, – Desvio padrão relativo da Repetibilidade

s – Segundos

S,– Desvio padrão da Repetibilidade

## **Expressões do latim**

*et al – et alli* (e outros)

*etc – et cetera* (e o resto)

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Percentagem da presença no mercado de 7 categorias de produtos de charcutaria, destacando-se o Fiambre com 40 %, o Presunto com 23 %, o Bacon com 11 % e as Salsichas com 10% (Adaptado de Matos, 2020). .....	<b>20</b>
<b>Figura 2</b> - Modelo representativo da apresentação na qual deve constar a declaração nutricional, bem como os parâmetros obrigatórios, segundo o Regulamento (UE) n° 1169/2011.....	<b>25</b>
<b>Figura 3</b> - Esquema representativo do funcionamento do equipamento <i>FoodScan</i> , desde a seleção do comprimento de onda adequado, passando para um condutor dessa luz que atinge a amostra e emite para um computador a leitura dos resultados finais (Adaptado de FOSS, 2012). .....	<b>30</b>
<b>Figura 4</b> - Esquema da sequência das etapas do estudo realizado. ....	<b>31</b>
<b>Figura 5</b> - <i>Foodscan™ Lab</i> , da marca <i>FOSS</i> presente na Empresa C. ....	<b>33</b>
<b>Figura 6</b> - Esquema exemplificativo da preparação de 3 amostras de Mortadela com Azeitona. <b>(A)</b> Equipamento de picagem e homogenização das amostras. <b>(B)</b> Balança para efetuar a pesagem das 150 g de amostra que será analisada. <b>(C)</b> Amostra de 150 g de Mortadela com Azeitona colocada dentro do prato de vidro e ajustada ao seu formato, para se colocar no equipamento e proceder à análise da amostra. ....	<b>35</b>
<b>Figura 7</b> - Processo inicial do equipamento, ao iniciar o programa <i>ISIScan</i> , próprio para a ligação ao <i>FoodScan</i> , instalado no computador auxiliar para ser possível obter os resultados das análises das diversas amostras.....	<b>35</b>
<b>Figura 8</b> - Execução do teste diagnóstico do equipamento, com 5 ciclos de análise <b>(A)</b> , obtendo-se o resultado esperado "Pass" <b>(B)</b> . ....	<b>35</b>
<b>Figura 9</b> - Esquema representativo dos passos a seguir para analisar uma amostra pelo <i>FoodScan</i> , sendo neste caso o exemplo da Mortadela com Azeitona. ....	<b>36</b>
<b>Figura 10</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal no Fiambre de Suíno, no <i>FoodScan</i> e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando <i>T-test</i> . Todos os valores foram representados com média ± SEM. ....	<b>46</b>
<b>Figura 11</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Fiambre de Peru, no <i>FoodScan</i> e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando <i>T-test</i> . Todos os valores foram representados com média ± SEM. ....	<b>49</b>
<b>Figura 12</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade, Lípidos e Sal na Mortadela com Azeitona, no <i>FoodScan</i> e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativa entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando <i>T-test</i> . Todos os valores foram representados com média ± SEM. ....	<b>52</b>
<b>Figura 13</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Proteína no Bacon, no <i>FoodScan</i> e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando <i>T-test</i> . Todos os valores foram representados com média ± SEM. ....	<b>54</b>
<b>Figura 14</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Chouriço, no <i>FoodScan</i> e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando <i>T-test</i> . Todos os valores foram representados com média ± SEM. ....	<b>57</b>
<b>Figura 15</b> - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Proteína nos 5 produtos analisados no	

*FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM. ....58

**Figura 16** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Humidade nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM. ....59

**Figura 17** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Lípidos nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM .....60

**Figura 18** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Sal nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM. ....61

**Figura 19** - Descrição das etapas executadas no protocolo de manutenção preventiva que foi realizado ao *FoodScan*, para aferir o estado do mesmo. ....67

**Figura 20** - Representação de uma folha *Excel* extraída do *FoodScan* neste caso, de uma análise a um dos lotes da Mortadela com Azeitona. ....68

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Número total de amostras recolhidas de cada um dos produtos. ....	<b>32</b>
<b>Tabela 2</b> - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão ( <i>bias</i> ), precisão (RSD <sub>i</sub> ), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade ( <i>r</i> ) do <i>FoodScan</i> para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal no Fiambre de Suíno. ....	<b>44</b>
<b>Tabela 3</b> - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Fiambre de Suíno realizadas no <i>FoodScan</i> e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.....	<b>46</b>
<b>Tabela 4</b> - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão ( <i>bias</i> ), precisão (RSD <sub>i</sub> ), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade ( <i>r</i> ) do <i>FoodScan</i> para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Fiambre de Peru.....	<b>47</b>
<b>Tabela 5</b> - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Fiambre de Peru realizadas no <i>FoodScan</i> e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.....	<b>49</b>
<b>Tabela 6</b> - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão ( <i>bias</i> ), precisão (RSD <sub>i</sub> ), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade ( <i>r</i> ) do <i>FoodScan</i> para os parâmetros Proteína, Humidade, Lípidos e Sal na Mortadela com Azeitona.....	<b>50</b>
<b>Tabela 7</b> - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 4 parâmetros nutricionais da Mortadela com Azeitona realizadas no <i>FoodScan</i> e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas. ....	<b>52</b>
<b>Tabela 8</b> - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão ( <i>bias</i> ), precisão (RSD <sub>i</sub> ), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade ( <i>r</i> ) do <i>FoodScan</i> para o parâmetro Proteína no Bacon. ....	<b>53</b>
<b>Tabela 9</b> - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) da análise à Proteína no Bacon realizadas no <i>FoodScan</i> e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.....	<b>54</b>
<b>Tabela 10</b> - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão ( <i>bias</i> ), precisão (RSD <sub>i</sub> ), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade ( <i>r</i> ) do <i>FoodScan</i> para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Chouriço. ....	<b>55</b>
<b>Tabela 11</b> - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Chouriço realizadas no <i>FoodScan</i> e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.....	<b>57</b>

## **1. Introdução**

### **1.1 Objetivos e Motivação**

A presente dissertação teve como objetivo a validação do equipamento *FoodScan*, para a determinação, em produtos cárneos, dos seguintes parâmetros nutricionais: Proteína, Humidade, Lípidos e Sal, sendo que alguns destes parâmetros estão patentes na rotulagem como requisitos obrigatórios (Regulamento (UE) n° 1169/2011; Tang, 2022).

Atendendo à importância dos valores nutricionais rotulados, desenvolveu-se este projeto na Empresa C, tendo por base o reforço dos níveis de precisão e exatidão do equipamento *FoodScan* para os 4 parâmetros das análises nutricionais mencionados. A motivação para a realização deste projeto deveu-se ao facto da Empresa C necessitar de metodologias de análises rápidas e fiáveis, reduzindo assim os tempos de espera em caso de liberação de produto relativas à qualidade nutricional dos mesmos, mas também a redução de custos associada à execução destas análises nutricionais em Laboratório Externo.

Para serem maximizadas as potencialidades do equipamento foi necessária a sua validação. Assim sendo, foram efetuadas análises a 5 produtos, Fiambre de Suíno, Fiambre de Peru, Mortadela com Azeitona, Bacon e Chouriço, considerados como sendo os mais críticos, ou seja, os produtos que são suscetíveis a variações na composição nutricional da matéria-prima cárnica. Para tal, foram realizadas análises internas, no equipamento *FoodScan* e análises externas, em laboratório acreditado, segundo métodos acreditados, sendo os resultados obtidos comparados entre si. Adicionalmente, foi efetuada a validação do equipamento ao nível da sua repetibilidade, exatidão, precisão, limite de deteção (LOD) e limite de quantificação (LOQ).

Tendo por base o objetivo da presente dissertação, como resultados, espera-se a validação do *FoodScan*, sendo uma mais valia para a Empresa C, uma vez que poderá contar com um equipamento fiável para a realização de análises nutricionais mais rápidas, e de suporte à elaboração de declarações nutricionais.

### **1.2 Grupo R**

#### **1.2.1 História**

O Grupo R tem mais de 60 anos de história. A Empresa C, que pertence ao Grupo R, representa uma tradição familiar no ramo da Charcutaria. Ao longo de três gerações, o Grupo R cimentou um crescimento constante e sustentável com a ampliação de instalações, e aquisição de duas empresas, a Empresa A e a Empresa B.

Com o passar do tempo o Grupo foi construindo os seus alicerces até adquirir o nível de distinção pretendido, que é mantido até então, permitindo-lhe ser uma referência nacional no setor agroalimentar, mas também em diversos mercados internacionais.

Os valores do Grupo R assentam na resiliência e ambição para corresponderem e estarem à altura das exigências do setor e dos desafios que lhe são propostos, ano após ano. A missão do Grupo centra-se na produção e comercialização de produtos que cumprem todos os requisitos legais e regulamentares, à luz da sustentabilidade, qualidade, segurança e inovação, sendo o principal foco a satisfação e fidelização do consumidor, não só nacional como internacional. Esta fidelização dos consumidores só é possível porque o Grupo cria produtos com qualidade e inovação, salvaguardando sempre os valores tradicionais. No âmbito da sustentabilidade, todas as Empresas do Grupo R são certificadas pela norma NP EN ISO 14001 – Sistemas de Gestão Ambiental, o que reforça e sustenta o compromisso do Grupo com a proteção do meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável.

A cadeia de valor do Grupo R centra-se nas suas atividades principais de abate de suínos, desmancha e transformação, sendo o seu ponto de partida os requisitos legais, estatutários e regulamentares, bem como a resposta às necessidades, requisitos e expectativas do mercado e dos consumidores.

A inovação é considerada como um dos pilares estratégicos do Grupo R, uma vez que os seus produtos têm sido premiados ao nível nacional e internacional, resultado da procura incessante de soluções para produzir os melhores e mais tecnológicos produtos no setor. O reconhecimento no mercado é dado à sua marca própria, mas também a outras marcas autenticadas, possuindo diversos produtos titulares de prémios como “Escolha do Consumidor”, de acordo com o sistema de avaliação de marcas nº1 em Portugal.

Por último, é de realçar a forte componente de exportações que o Grupo possui, em mercados como Angola, Moçambique, Brasil, Japão, entre outros.

### **1.2.2 Estrutura Organizacional**

O Grupo R é constituído por três empresas, A, B e C sendo que cada uma delas tem a sua atividade própria.

A Empresa A é uma unidade que se dedica exclusivamente ao abate de suínos através de tecnologia avançada, com uma linha dedicada para o abate destes animais, e posterior limpeza das vísceras, resultando em carcaças limpas que são transportadas para a Empresa B. Esta unidade de abate destaca-se por ser a maior em Portugal e uma das maiores na Península Ibérica.

Esta Empresa evidencia de forma clara a sua preocupação com o bem-estar animal (BEA), uma vez que as condições em que os animais são acondicionados, irá determinar o seu bem-estar e saúde, bem como garantir a Qualidade e Segurança Alimentar da matéria-prima fornecida, e contribuir para a valorização dos produtos alimentares comercializados. Tendo por base os princípios anteriormente referidos, a Empresa A é provida de uma equipa de técnicos qualificados, que monitorizam constantemente o bem-estar dos animais, estando aptos para atuar perante as necessidades impostas. A Empresa A é certificada não só com

BEA, mas também segundo a norma NP EN ISO 22000 – Sistema de Gestão da Segurança Alimentar, um reconhecimento do controlo exigente de qualidade ao longo de todo o processo, bem como o cumprimento dos requisitos e procedimentos necessários.

A Empresa B é especializada na desossa, desmancha e comercialização de carne de suíno, fresca e congelada. É considerada a maior exportadora portuguesa do segmento, fornecendo para a indústria alimentar e empresas de distribuição, em mais de três dezenas de países na Europa, América, Ásia e África. Esta Empresa opera numa unidade industrial tecnologicamente avançada, sendo que todo o processo segue rigorosamente os requisitos dos sistemas de gestão da Qualidade, Ambiente e Segurança Alimentar. A Empresa B é certificada segundo a norma *BRCGS Food – British Retail Consortium Global Standards*.

A Empresa C é responsável pela transformação, ou seja, produção e comercialização de produtos de charcutaria. Esta Empresa está presente nos mais diversos setores da distribuição nacional: retalho, distribuição moderna e canais profissionais. A aposta na internacionalização para países como Angola, Moçambique, Brasil, Espanha, França, Alemanha, Bélgica, Luxemburgo, Holanda e Inglaterra realça o seu dinamismo. É uma Empresa com uma clara tendência inovadora que investe fortemente no desenho de novos produtos, procurando dar resposta às novas tendências do mercado e a nichos específicos da população.

A missão da Empresa C é produzir e comercializar, com segurança e crescimento sustentado, produtos à base de carne de suíno, peru e frango que satisfaçam as necessidades do mercado global e fidelizem o consumidor pela qualidade e inovação, respeitando sempre os valores tradicionais e o meio ambiente. Esta Empresa é certificada segundo a norma *IFS Food – International Featured Standard Food*.

A integração das três empresas no Grupo R traduz-se numa estratégia diferenciadora de negócio, que se desencadeia numa cadeia de valor organizada e controlada desde o abate até um produto final de valor acrescentado para os clientes e consumidores. As normas pelas quais cada empresa do Grupo R é certificada respondem a uma estratégia de posicionamento nos diferentes mercados, bem como nos requisitos dos seus clientes e países de destino.

### **1.3 Organização da Dissertação**

A presente dissertação está dividida em 5 capítulos principais: Introdução, Estado da Arte, particularizando a indústria das Carnes (setor da charcutaria), Materiais e Métodos, Resultados e Discussão e Conclusão.

No capítulo relativo à Introdução são expostos os objetivos e motivações que levaram à realização deste projeto, uma pequena apresentação da Empresa C, na qual se realizou o estágio, e também uma visão geral do tema do projeto.

O segundo capítulo resume um conjunto de conteúdos importantes relacionados com os requisitos legais necessários à elaboração de declarações nutricionais de produtos de charcutaria, bem como as metodologias analíticas disponíveis para a realização de análises aos parâmetros que constam nessas declarações. Inclui ainda uma revisão bibliográfica que aborda a evolução da indústria alimentar e a importância da gestão da qualidade, particularizando o estado do setor da charcutaria. Por último, aborda a metodologia de análise que motivou a realização deste projeto e a pertinência da sua utilização na indústria das carnes.

Já no terceiro capítulo são apresentados os materiais e as metodologias inerentes à execução do trabalho. São, também, descritas as diferentes etapas do projeto que foram concretizadas para atingir os objetivos anteriormente definidos.

No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados e a conclusão final acerca da validação do equipamento *FoodScan*, após o tratamento dos resultados obtidos e da análise estatística dos dados.

O último capítulo da presente dissertação engloba as considerações finais e as principais conclusões das tarefas realizadas, bem como sugestões e recomendações para um trabalho futuro.

## **2. Estado da Arte**

O presente capítulo visa proporcionar um suporte teórico ao tema da dissertação começando por referir a evolução e a importância, ao longo dos anos, da indústria alimentar. Assim, no âmbito desta dissertação apresenta-se uma descrição detalhada da Indústria das carnes, particularizando a evolução do setor da charcutaria em Portugal, bem como a respetiva definição legal de algumas das diversas tipologias de produto que existem no setor. De seguida, é descrita a legislação e os regulamentos existentes para assegurar os requisitos de qualidade e segurança alimentar dos diversos produtos alimentares e também a importância do cumprimento dos requisitos de rotulagem nutricional.

O capítulo termina destacando o tema central da presente dissertação, a aplicação de métodos instrumentais de análise, tais como o *FoodScan*, ou seja, metodologias analíticas mais rápidas e igualmente fiáveis como as metodologias de análises físico-químicas convencionais, que permitem atestar a qualidade nutricional de produtos alimentares, nomeadamente os produtos de charcutaria.

### **2.1 Indústria Alimentar**

Ao longo dos anos, a indústria alimentar, passou por grandes avanços em consequência das políticas agrícolas implementadas. Estas políticas priorizavam os critérios económicos em detrimento da importância da saúde deixando para segundo plano o processo de planeamento agroalimentar, que por sua vez afetava a composição dos alimentos (Guiomar e de Almeida, 1993). A procura deste setor, ao longo dos anos, foi sofrendo alterações deixando de se restringir apenas ao abastecimento local ou regional, passando a fornecer produtos para todo o mundo (Trienekens e Zuurbier, 2008). Tal mudança foi possível com a transformação significativa da produção, do comércio e da distribuição dos alimentos, tendo por isso surgido a necessidade da implementação de novas leis e regulamentos para garantir uma produção segura (Trienekens e Zuurbier, 2008).

A mudança de uma produção mais local e regional para uma produção mundial apresenta diversos motivos. Por um lado, os avanços da ciência no que remete para a compreensão da bioquímica alimentar e da biotecnologia alimentar fizeram surgir importantíssimas melhorias na qualidade das matérias-primas e produtos, mas também ameaças ao nível da fraude alimentar (Hui *et al.*, 2008). Assim, ressurgiu a preocupação, por parte do setor alimentar, com a saúde, alavancando melhorias na nutrição humana e na segurança alimentar (Hui *et al.*, 2008). Por outro lado, a evolução no processamento dos alimentos, que atualmente, tem como objetivo transformá-los para atender e satisfazer as necessidades dos consumidores, mas no passado, o processamento de alimentos tinha como principal foco aumentar a sua vida útil, tornando-os disponíveis por mais tempo (Baptista e Venâncio, 2003). A conservação dos alimentos ainda hoje é um fator importante na indústria alimentar, bem como as necessidades de consumo de alimentos processados

que levaram o setor alimentar a responder a novas exigências face às necessidades emergentes (Guiomar e de Almeida, 1993). Tais exigências refletem-se nos modelos alimentares modernos e na saúde pública, sendo inseparáveis dos efeitos globais da urbanização da sociedade, que estimulam o consumo de novos produtos (Guiomar e de Almeida, 1993; Baptista e Venâncio, 2003). A indústria alimentar atende assim às necessidades da sociedade consumidora antecipando e ampliando as preferências dos consumidores (Guiomar e de Almeida, 1993).

A evolução do setor alimentar foi acompanhada pela evolução do estilo de vida da sociedade, com o aumento da disponibilidade de novas tecnologias e o fácil acesso à informação (Pereira, 2019). Como resultado, mais pessoas deslocaram-se para ambientes urbanos, o que influencia os seus hábitos de consumo alimentar (Pereira, 2019). Cada vez mais, os consumidores recorrem às grandes superfícies para comprar alimentos e moldam os seus critérios de seleção com base na comodidade, sustentabilidade, funcionalidade e declaração nutricional, tendo como foco principal os impactos da sua alimentação na saúde (Pereira, 2019). Atualmente, os consumidores estão cada vez mais preocupados com a qualidade dos alimentos que consomem, avaliando não apenas a sua aparência, mas também todos os elementos que os compõem, procurando assim, alimentos mais seguros para preservar a sua saúde (Baptista *et al.*, 2003a).

A indústria alimentar é um setor importante no mundo industrial moderno, que procura produzir uma ampla variedade de produtos alimentares seguros, autênticos, de alta qualidade, a preços económicos e competitivos (Guiomar e de Almeida, 1993). Os produtos, de forma a agradarem ao consumidor, devem apresentar boas características organoléticas, fator crucial no momento da seleção, e devem garantir qualidade nutricional, sendo mais um elemento de destaque do produto ao coadunar-se ao estilo de vida do consumidor, e às suas preocupações atuais (Guiomar e de Almeida, 1993). A evolução da indústria alimentar é resultado do conhecimento das sociedades prósperas que contribuiu para a preservação dos alimentos, aumento da sua disponibilidade e para a introdução da comercialização de uma grande variedade de produtos no mercado (Guiomar e de Almeida, 1993).

### **2.1.1 Indústria das Carnes: setor da charcutaria**

A indústria das carnes, de entre os diversos ramos da indústria agroalimentar, é uma das mais importantes no mundo por diversos motivos, entre eles a procura do consumidor, a competição dentro do próprio setor e a pesquisa contínua pela formulação inovadora de novos produtos (Fernández-Ginés *et al.*, 2005). A importância desta indústria remete também para a matéria-prima usada, a carne, uma das fontes mais ricas em proteínas que fornecem energia, contendo também gorduras, vitaminas do complexo B, vitaminas A e D, grande quantidade de micronutrientes como o ferro, zinco e outras substâncias minerais (Toldrá, 2010; Baltic e Boskovic, 2015). A sua composição torna a carne e alimentos processados à base

de carne ricos do ponto de vista nutricional. Por ser um alimento de alto valor nutritivo, a carne está presente na alimentação diária do ser humano (Baltic e Boskovic, 2015).

Atualmente, o paradigma mundial do consumo de carne é manipulado por diferentes tendências que, por sua vez, influenciam a escolha de comer ou não carne e produtos à base de carne (Baltic e Boskovic, 2015). Por um lado, este consumo pode ser influenciado pela relação existente entre a percepção de qualidade do consumidor e o desejo da indústria do setor das carnes em satisfazer as necessidades do consumidor, que são complexas e que envolvem muitos componentes diferentes (Troy e Kerry, 2010). Assim, é neste momento que o papel desempenhado pela ciência e inovação se torna crucial nestas indústrias para responder a estas necessidades e superar as novas expectativas dos consumidores (Troy e Kerry, 2010).

Para produzir produtos cárnicos de alta qualidade alimentar torna-se imperativo ter um conhecimento aprofundado dos fatores mais pertinentes que influenciam a sua qualidade, sendo de salientar a importância da constituição nutricional dos produtos à base de carne (Troy e Kerry, 2010; Baltic e Boskovic, 2015). Em contrapartida, os produtos cárneos, apresentam alguns distúrbios e implicações na saúde dos consumidores (Baltic e Boskovic, 2015). Esta percepção foi adquirida e alertada por parte das entidades da saúde e nutrição, sendo os principais motivos o conteúdo de gordura, o teor em ácidos gordos saturados e a associação que é feita a doenças cardiovasculares, alguns tipos de cancro, aumento nos níveis de colesterol, desenvolvimento da diabetes e obesidade (Fernández-Ginés *et al.*, 2005; Toldrá, 2010).

A percepção do consumidor é algo complexo, dinâmico e difícil de definir, sendo fulcral o papel da ciência e da tecnologia para alavancar esta percepção (Troy e Kerry, 2010). A pesquisa e o lançamento de novos produtos deve-se assim à necessidade de fornecimento de produtos saudáveis, contrariando a ideia pré-estabelecida dos produtos de charcutaria causarem diversas patologias, tornando as empresas mais competitivas no mercado (Fernández-Ginés *et al.*, 2005). Neste sentido, existe alguma controvérsia sobre o uso de alguns aditivos nesta indústria, nomeadamente, aditivos não cárneos, como os fosfatos inorgânicos, uma vez que estão associados a implicações cardiovasculares e renais (Molina *et al.*, 2023). Os fosfatos inorgânicos, ou seja, sais do ácido fosfórico (por exemplo, fosfato de sódio, fosfato de potássio ou fosfato de cálcio) que são usados por causa da sua capacidade de retenção de água e solubilização de proteínas (Molina *et al.*, 2023). Assim, a indústria das carnes continua empenhada em melhorar as formulações de produtos cárneos processados com o uso de ingredientes naturais (Molina *et al.*, 2023).

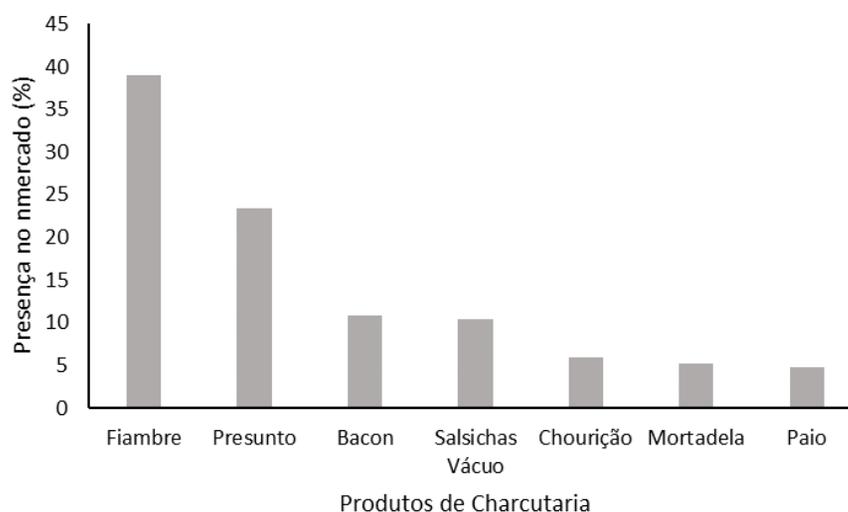
Segundo Troy e Kerry (2010), fica claro que a indústria das carnes responde continuamente às sugestões de qualidade do consumidor e do mercado, a fim de permanecer competitiva e sustentável.

### 2.1.1.1 Evolução do setor da Charcutaria em Portugal

A charcutaria é um setor importante na indústria alimentar em Portugal e tem uma longa tradição no país (Matos, 2020). A produção de produtos de charcutaria em Portugal remonta há séculos atrás, quando os agricultores começaram a utilizar técnicas de cura e preservação de carne de porco e de outras carnes (Matos, 2020). Nesta indústria, o fornecimento de carne de porco é uma temática que a afeta consideravelmente, uma vez que é considerada a principal matéria-prima de qualquer um dos artigos desta categoria e, ao longo dos últimos 20 anos, a sua produção tem sofrido alterações (Matos, 2020).

Nos anos 60 e 70, a charcutaria em Portugal passou por uma fase de modernização e industrialização, com o surgimento de empresas que se especializaram na produção em grande escala (Matos, 2020). Nessa época, também houve uma maior preocupação com a qualidade e segurança alimentar dos produtos de charcutaria, com a criação de regulamentações e normas técnicas para garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos (Trienekens e Zuurbier, 2008).

Produtos como fiambre, presunto, bacon e salsichas, são os prediletos dos consumidores portugueses tendo elevada presença no mercado (Figura 1). O fiambre é considerado o “rei da charcutaria”, ressalvando-se que o seu consumo tem atravessado uma fase de transição de base de porco para base de peru e frango, pelos motivos de saúde já enumerados no presente trabalho (Matos, 2020). O consumo destas categorias de produtos sempre foi muito elevado em Portugal, cerca de 90 %, estando presente em grande parte das nossas refeições, desde sandes com fiambre ao cozido à portuguesa (Matos, 2020). No entanto, ao longo dos anos, com o avanço do conhecimento e da investigação, a Organização Mundial da Saúde tem vindo a alertar para o consumo excessivo deste tipo de carnes processadas devido aos diversos motivos mencionados no subcapítulo 2.1.1 (Matos, 2020).



**Figura 1** - Percentagem da presença no mercado de 7 categorias de produtos de charcutaria, destacando-se o Fiambre com 40 %, o Presunto com 23 %, o Bacon com 11 % e as Salsichas com 10% (Adaptado de Matos, 2020).

Numa vertente mais económica e de perspetivas futuras desta indústria, verificou-se que nos últimos 20 anos, tem ocorrido uma degradação de valor acrescentado do setor, uma vez que existe uma elevada pressão a nível do custo de aquisição da matéria-prima cárnica de suíno (Matos, 2020). Consequentemente, este aumento elevou o custo do produto final, pelo que num mercado competitivo a qualidade e composição do produto são cruciais para que este prevaleça no mercado (Matos, 2020).

A charcutaria em Portugal tem-se desenvolvido e diversificado com o surgimento de novos produtos e o aumento da exportação. Assim, a indústria da charcutaria portuguesa é conhecida pela sua qualidade e tradição, desempenhando um papel importante na economia do país (Matos, 2020).

### **2.1.1.2 Normas que definem a Tipologia de Produto**

As tipologias de produtos à base de carne são diversas, mas apenas serão descritas as tipologias pertinentes para esta dissertação, sendo que para definir legalmente cada uma delas existem requisitos normativos.

A Norma Portuguesa 4393 de 2001, define Fiambre como sendo um produto à base de carne de suíno e salmoura que pode ser prensado ou não, em moldes, sendo posteriormente submetido a tratamento térmico. A condimentação, aromatização e fumagem são processos facultativos. Adicionalmente, o fiambre pode ter diferentes classificações, dependendo do tipo de carne, nomeadamente fiambre da perna superior, fiambre da perna extra, fiambre da pá, etc.

A Norma Portuguesa 720 de 2009 define Mortadela como sendo um produto constituído por carne que pode ser de suíno, frango, bovino e peru ou mistura dos mesmos, contendo também gordura, condimentos e aditivos mencionados nesta norma, podendo ser considerada um enchido e/ou um fumado. Assim, a mortadela pode ter diferentes características, dependendo do tipo de carne e de gordura utilizados, do processo de fabrico e dos ingredientes adicionados.

A Norma Portuguesa 725 de 2008 define Bacon como sendo exclusivamente de origem da entremeada de suíno, podendo esta ser tratada com salga a seco ou com salmoura e também com fumo, podendo levar um conjunto de ingredientes que estão detalhadamente descrito nesta norma.

A Norma Portuguesa 589 de 2008 define Chouriço de carne como sendo um enchido fumado e/ou curado, que pode ser constituído somente por carnes e gorduras rijas de porco, em que os fragmentos da sua constituição têm de ser vistos macroscopicamente, sendo eles de condimento ou aditivos.

## **2.2 Qualidade na Indústria Alimentar**

O comércio internacional de alimentos tem uma longa história, mas nas últimas décadas tem crescido de forma exponencial (FAO e WHO, 2023). O acesso a alimentos seguros e nutritivos é um direito

de todos os consumidores (Trienekens e Zuurbier, 2008). A Segurança Alimentar consiste em garantir que os consumidores têm acesso a alimentos de qualidade, sem riscos para a saúde, e em quantidade suficiente para suprir as suas necessidades nutricionais diárias (FAO e WHO, 2023).

A percepção de segurança transmitida pelo setor alimentar aos consumidores diminuiu, apesar dos avanços tecnológicos e da implementação de programas de controlo de qualidade (Trienekens e Zuurbier, 2008). Para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentares, foram desenvolvidas ferramentas, ou seja, regulamentação por parte dos governos, tanto nacionais como internacionais, para garantir uma produção segura e sustentável (Trienekens e Zuurbier, 2008; FAO e WHO, 2023). Atualmente, segurança alimentar engloba aspetos relacionados com a aquisição de matérias-primas seguras e autênticas, a produção, processamento, distribuição, armazenamento e consumo de alimentos (Trienekens e Zuurbier, 2008). Esta temática abrange desde a garantia das condições sanitárias adequadas na produção dos alimentos até à promoção de hábitos alimentares saudáveis e à educação da população sobre as práticas seguras de manipulação e consumo de alimentos (Trienekens e Zuurbier, 2008).

A preocupação dos consumidores advém de incidentes relacionados com a segurança alimentar, bem como a globalização da produção dos alimentos que, por sua vez, originou um sistema global e interconectado para a produção e distribuição de alimentos (Trienekens e Zuurbier, 2008). A implementação de sistemas de garantia da qualidade e segurança alimentar tem um efeito notório no aumento dos custos marginais de certificação e acreditação, pressionando assim os lucros das empresas nos países industrializados (Trienekens e Zuurbier, 2008).

Os governos, nacionais e internacionais, têm vindo a publicar novas legislações, regulamentos e orientações, nos diversos setores da indústria alimentar, que garantem uma produção segura e ecológica, a diminuição da poluição e a promoção de uma economia circular no uso de recursos (Trienekens e Zuurbier, 2008).

O *Codex Alimentarius* é um claro exemplo, estabelecendo procedimentos para a segurança alimentar, fomentando relações comerciais seguras e autênticas (Trienekens e Zuurbier, 2008). Os temas abordados pelo *Codex Alimentarius* abrangem desde características específicas de matérias-primas e processadas até requisitos legais de higiene alimentar, controlo de resíduos de pesticidas e contaminantes, requisitos de rotulagem, e métodos de análise e amostragem específicos (Trienekens e Zuurbier, 2008; FAO e WHO, 2023). Segundo a *IFS Food* (2023) no que é referente às análises é necessária a implementação de planos de teste e monitorização devidamente documentados para garantir a segurança, qualidade, legalidade e autenticidade.

No âmbito das metodologias de controlo de perigos descritos no *Codex Alimentarius* surge a obrigatoriedade de implementação de um sistema assente nos princípios do HACCP – *Hazard Analysis and*

*Critical Control Points*, sendo parte integrante na implementação de um programa de gestão de segurança alimentar (FAO e WHO, 2023). A metodologia HACCP identifica os perigos ao longo do processo produtivo e define medidas preventivas para o seu controlo e redução para níveis aceitáveis (Trienekens e Zuurbier, 2008; FAO e WHO, 2023).

Outras entidades, tais como o GFSI – *Global Food Safety Initiative*, têm publicadas normas que são reconhecidas internacionalmente e que têm como âmbito a gestão da qualidade e da segurança alimentar (IFS, 2023).

A norma *IFS Food* foi criada pela federação de retalhistas alemã e francesa, sendo amplamente utilizada por distribuidores franceses, alemães e europeus para certificar a consistência da confiança nos seus produtos e processos (IFS, 2023).

As medidas de controlo definidas no âmbito dos sistemas de garantia de segurança alimentar são necessárias em cada etapa da cadeia de produção de alimentos para garantir alimentos autênticos e seguros e para evidenciar conformidade com os requisitos estatutários e regulamentares, bem como os dos próprios clientes (Trienekens e Zuurbier, 2008).

Em resumo, as mudanças no comércio internacional de alimentos e os riscos emergentes têm levado à implementação de padrões e regulamentos para garantir a legalidade, autenticidade, qualidade, segurança e sustentabilidade dos produtos alimentares (Trienekens e Zuurbier, 2008; FAO e WHO, 2023). Isso exige um foco maior no controlo de qualidade, segurança alimentar e atendimento aos requisitos regulamentares e das necessidades dos consumidores (Trienekens e Zuurbier, 2008).

### **2.3 Qualidade Nutricional dos Produtos**

Neste âmbito da implementação de regulamentos, em 2011 foi criado o Regulamento (UE) n° 1169/2011, que visa estabelecer a prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, por exemplo, balizar o conteúdo que é obrigatório constar na rotulagem de um produto, sendo de destacar neste trabalho a declaração nutricional. A informação nutricional é essencial tanto para a empresa que fabrica o produto como também para o consumidor que, cada vez mais, está atento a essa informação (Martins, 2017).

Para aferir a qualidade nutricional dos produtos alimentares são necessárias análises laboratoriais, a diversos parâmetros, tais como: lípidos, proteína, sal, humidade, entre outros (Martins, 2017). Esta realidade reflete a relevância dos organismos de prestação destes serviços ao setor agroalimentar, nomeadamente, os laboratórios de análise (Martins, 2017). Estes, para irem de encontro às necessidades da indústria e consolidarem a sua posição no mercado necessitam de assegurar que os resultados que produzem são rigorosos e fiáveis, sendo fundamental que os laboratórios sejam acreditados e disponham de

metodologias de análise acreditadas (Martins, 2017).

### **2.3.1 Requisitos Legais de Rotulagem**

Ao longo dos anos 80 assistiu-se a uma evolução crescente do interesse dos consumidores em relação aos efeitos nefastos causados pela alimentação na saúde (Guiomar e de Almeida, 1993). Face a este interesse da população, os departamentos governamentais, médicos nutricionistas e em particular a própria indústria alimentar uniram esforços e prestaram a devida atenção às necessidades demonstradas pelos consumidores, no que é referente à importância dos conteúdos presentes na rotulagem dos produtos (Guiomar e de Almeida, 1993). Segundo um estudo de mercado de Guiomar e Almeida (1993), 92 % dos consumidores envolvidos no estudo desejavam a existência de rotulagem nutricional e 31 % apreciavam a existência da indicação das quantidades de forma mais perceptível, ou seja, a indicação da quantidade de ingrediente por 100 g de produto.

Após esta necessidade dos consumidores a rotulagem foi percecionada, pelo setor da saúde, como um veículo importante para ajudar o consumidor a escolher os produtos com o intuito de melhorar a sua alimentação de uma forma mais informada, por exemplo a nível nutricional (Guiomar e de Almeida, 1993). Já a indústria alimentar constatou que, se a rotulagem fosse atrativa, o volume de vendas do produto aumentava constituindo assim pontos a favor da regulamentação da rotulagem a nível industrial (Guiomar e de Almeida, 1993).

Os requisitos legais de rotulagem estão descritos no Regulamento (UE) n° 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2011, sobre a informação alimentar prestada ao consumidor (ASAE, 2023). Este Regulamento garante um elevado nível de defesa do consumidor no que é referente à informação sobre os géneros alimentícios, com acesso a informações claras e precisas sobre o conteúdo dos alimentos que são consumidos, uma vez que é um direito dos mesmos saber o que compram e não serem induzidos em erro, sendo por isso que alguns elementos da rotulagem são obrigatórios (Guiomar e de Almeida, 1993; ASAE, 2023; Regulamento (UE) n° 1169/2011). Um conceito pertinente passa pela definição de “Rotulagem como contendo todas as indicações, menções, marcas de fabrico ou comerciais, imagens ou símbolos referentes a um género alimentício que figurem em qualquer embalagem, documento, aviso, rótulo, anel ou gargantilha” (Regulamento (UE) n° 1169/2011).

O Regulamento (UE) n° 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2011, de entre um conjunto de obrigações menciona a obrigatoriedade e os requisitos para a elaboração das declarações nutricionais. As declarações nutricionais relativas a um género alimentício fornecem informações sobre o seu valor energético e sobre a presença de determinados nutrientes (Regulamento (UE) n° 1169/2011). Na declaração nutricional devem constar obrigatoriamente os seguintes elementos (Figura

2), sendo que o valor energético e as quantidades de nutrientes referidos no artigo 30.º, n.ºs 1 a 5, devem ser expressos por 100 g ou por 100 ml (Regulamento (UE) n.º 1169/2011):

- a) Valor energético;
- b) Quantidade de lípidos, ácidos gordos saturados, hidratos de carbono, açúcares, proteínas e sal.

Adicionalmente a esta informação devem ser mencionadas algumas destas informações: Ácidos gordos monoinsaturados; Ácidos gordos poliinsaturados; Polióis; Amido; Fibra e Vitaminas ou sais minerais enumerados no anexo XIII do Regulamento (UE) n.º 1169/2011.

energia	kJ/kcal
lipídios	g
dos quais	
— ácidos gordos saturados	g
— ácidos gordos monoinsaturados	g
— ácidos gordos poliinsaturados	g
hidratos de carbono	g
dos quais	
— açúcares	g
— polióis	g
— amido	g
fibra	g
proteínas	g
sal	g
vitaminas e sais minerais	as unidades indicadas no anexo XIII, parte A, ponto 1

**Figura 2** - Modelo representativo da apresentação na qual deve constar a declaração nutricional, bem como os parâmetros obrigatórios, segundo o Regulamento (UE) n.º 1169/2011.

A informação nutricional declarada na rotulagem deve ser suportada por análises realizadas aos produtos em causa, análises essas que serão abordadas no subcapítulo seguinte.

Conclui-se que o regulamento mencionado estabelece, de forma clara e inequívoca, os princípios, requisitos e responsabilidades gerais que regem a informação sobre os géneros alimentícios e, em particular, a rotulagem dos mesmos (Regulamento (UE) n.º 1169/2011). Adicionalmente, permite garantir o direito dos consumidores de obterem informações claras sobre os géneros alimentícios, com a flexibilidade necessária para adicionar informações, que futuramente sejam necessárias (Regulamento (UE) n.º 1169/2011). Assim sendo, a rotulagem nutricional é um meio de informação de excelência, que permite ao consumidor uma escolha ponderada e com critério, baseado na composição dos alimentos e nas suas necessidades nutricionais (Guiomar e de Almeida, 1993).

### 2.3.2 Metodologias de análises Físico-químicas

As metodologias de análise foram evoluindo ao longo dos anos, passando de métodos mais

rudimentares e pouco fiáveis para métodos mais robustos, com elevadas taxas de repetibilidade e reprodutibilidade (Beć *et al.*, 2022). Para uma matriz à base de carne como é o caso dos produtos considerados no estudo que suporta a presente dissertação, os produtos de charcutaria, vários são os parâmetros que necessitam de ser monitorizados, pelo que apenas serão destacadas as metodologias que estão no âmbito do estudo realizado na Empresa C, ou seja, que permitam analisar os teores de Proteína, Humidade, Lípidos e Sal.

- **Determinação do teor de Proteína**

O teor de proteína, principal componente da carne, é medido pelo método *Kjeldahl*, através da quantidade de nitrogênio total, sendo esse teor aproximadamente constante numa matriz cárnica (Soren e Biswas, 2020).

Uma outra metodologia é a de *Dumas* que foi introduzida no ano de 1831 por *Jean-Baptiste Dumas*, neste caso, as amostras de carne sofrem combustão a altas temperaturas (700 °C – 1000 °C) (Soren e Biswas, 2020). Neste processo, todo o carbono na amostra é convertido em dióxido de carbono durante a combustão instantânea (Soren e Biswas, 2020). Recorrendo a uma curva de calibração para a cromatografia gasosa efetuada e ao fator de conversão obtém-se o valor de proteína na amostra (Soren e Biswas, 2020).

- **Determinação do teor de Humidade**

O teor de Humidade da carne oscila bastante e é inversamente proporcional ao teor de gordura (lípidos), mas em produtos cárnicos processados estes valores são mais elevados uma vez que são utilizadas maiores quantidades de gorduras (Soren e Biswas, 2020).

A determinação do teor de Humidade de produtos à base de carne pode ser feito com recurso a diversas metodologias, entre eles estão os métodos Gravimétricos, Químicos e Análise Espectroscópica (Soren e Biswas, 2020).

O método Gravimétrico por secagem em estufa é o mais comum para determinar o teor de Humidade da carne, sendo este parâmetro avaliado pela secagem das amostras numa estufa a temperatura entre os 100 °C e 105 °C até que a amostra atinja um peso constante (Soren e Biswas, 2020). Após esta etapa, o valor de Humidade é calculado através da diferença entre o peso da amostra húmida e o peso da amostra seca (Soren e Biswas, 2020). Neste processo, a precisão e robustez do método são escassos e dependem da precisão e da resolução da balança que for utilizada para as pesagens (Soren e Biswas, 2020).

A titulação de *Karl Fischer* é um método analítico físico-químico muito utilizado para quantificar o teor de água numa variedade de matrizes, sendo que se baseia na redução de iodo em dióxido de enxofre, quando presentes num meio aquoso (Soren e Biswas, 2020). Esta metodologia tornou-se num padrão para

a determinação da Humidade em matrizes líquidas e sólidas (como é o caso dos produtos à base de carne) devido à sua seletividade, alta precisão e rapidez (Soren e Biswas, 2020). Esta metodologia surge como alternativa mais precisa face aos métodos que recorrem ao aquecimento para a determinação da Humidade (Soren e Biswas, 2020).

- **Determinação do teor de Lípidos**

O conteúdo lipídico da carne pode ser determinado recorrendo a uma técnica de extração com solvente orgânico ou através de uma hidrólise alcalina ou ácida seguida de extração de *Mojonnier* (Soren e Biswas, 2020). Para produtos alimentícios constituídos por muitos componentes, como é o caso dos produtos de charcutaria, a hidrólise ácida é o método mais aconselhado (Soren e Biswas, 2020). Para além destes métodos de extração que recorrem a um solvente, existem métodos de extração húmida sem solvente, bem como outras metodologias que utilizam propriedades físicas e químicas dos lípidos em alimentos para determinar o teor de lípidos (Soren e Biswas, 2020).

- **Determinação do teor de Sal**

O método oficial recomendado pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005) para determinar o teor de sódio na carne e produtos à base de carne consiste na determinação de cloretos, assumindo que o cloreto de sódio é o principal contribuinte (Perez-Palacios *et al.*, 2022). A determinação do valor de sal, a especificar nas declarações nutricionais, é calculado multiplicando a quantidade de sódio por 2,5 (Perez-Palacios *et al.*, 2022). Atualmente, apesar da existência do método oficial para determinação de sal em produtos cárneos, existem algumas publicações que determinam o teor de sódio em produtos cárneos por meio de outras técnicas, como cromatografia iónica (IC), espetrometria de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS), espetroscopia de emissão de chama (FES) e espetrometria de absorção atómica (AAS) (Perez-Palacios *et al.*, 2022). A maioria desses estudos concentrou-se apenas na determinação do teor de sódio/sal (Perez-Palacios *et al.*, 2022).

Os produtos de origem animal, como carne e derivados, precisam de manter os níveis destes nutrientes essenciais muito elevados para ser possível a sua deteção (Soren e Biswas, 2020). Assim sendo, a existência de métodos analíticos adequados e validados é essencial para avaliar a qualidade nutricional dos produtos de charcutaria (Soren e Biswas, 2020). Um bom conhecimento dos avanços das metodologias analíticas permitirá determinar com precisão os vários parâmetros nutricionais e melhorar a qualidade dos produtos cárneos para consumo humano (Soren e Biswas, 2020).

### **2.3.3 Metodologia *Near Infrared Spectroscopy* (NIR)**

Os métodos analíticos tradicionais apresentados no subcapítulo anterior, evidenciam o seu uso

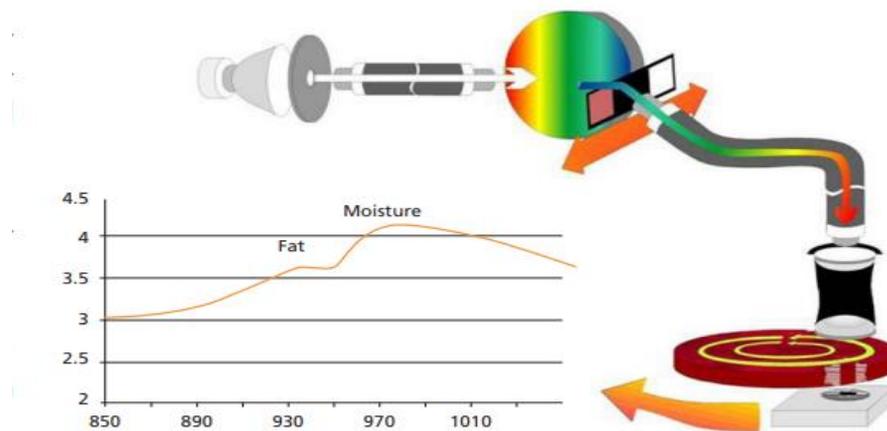
limitado na medida em que são técnicas muito demoradas e destrutivas, levando horas para se obter os resultados (Anderson, 2007). Uma outra desvantagem destes métodos é o facto de necessitarem de solventes e reagentes tóxicos que acarretam custos elevados e que têm impacto no meio ambiente (Prieto *et al.*, 2017). Por essas razões, com a evolução tecnológica foi dado um forte ênfase ao desenvolvimento de novas técnicas, que incluem metodologias rápidas, ecológicas e não invasivas (Anderson, 2007; Prieto *et al.*, 2017; Tang *et al.*, 2022). Esta evolução responde a algumas necessidades do mundo industrial de produção de alimentos, uma vez que a demora na obtenção dos resultados dificulta a produção em tempo real, bem como a tomada de decisões relativas ao produto (Anderson, 2007).

Como resposta a esta necessidade do mercado industrial, a ciência apresentou a tecnologia NIR – *Near Infrared Spectroscopy* como uma possível solução (Soren e Biswas, 2020; Tang *et al.*, 2022). De um ponto de vista evolutivo, embora seja mencionada a espectroscopia NIR como uma nova tecnologia, ela foi descoberta em 1800, quando *Herschel* percebeu que, a dispersão das ondas eletromagnéticas para além da faixa visível do espectro, poderia ser observada recorrendo a um conjunto de termômetros com lâmpadas escuras (Prieto *et al.*, 2017). Contudo, apenas na década de 1960 é que ocorreram grandes desenvolvimentos que proporcionaram a sua aplicação na avaliação de matrizes cárnicas (Prieto *et al.*, 2017). O avanço decisivo para ampla adoção desta tecnologia está associada ao progresso na instrumentação, ou seja, com o aparecimento de (FT)–NIR – *Transform Near-Infrared Spectroscopy de Fourier*, no início de 1990, sendo considerada como a primeira grande pedra angular (Beć *et al.*, 2022). Uma das aplicações *in loco*, da espectroscopia NIR remete para a colocação de um transformador NIR localizado à saída de uma picadora para prever o teor de lípidos, humidade e proteína da carne picada (Prieto *et al.*, 2017). Assim, de uma forma geral, esta metodologia é descrita como sendo sensível, conveniente, simples, segura e não destrutiva, permitindo a determinação simultânea de vários parâmetros em diversas matrizes, nomeadamente em amostras de produtos cárnicos (Soren e Biswas, 2020).

Ao nível técnico, a espectroscopia NIR utiliza uma porção do espectro eletromagnético, de 780 a 2500 nm (Toldrá, 2010; Prieto *et al.*, 2017). Os espectrómetros NIR necessitam de ter uma fonte de luz, um sistema divisor do feixe (ou seja, seletor de comprimento de onda), um detetor da amostra, um detetor ótico e um sistema de processamento (Prieto *et al.*, 2017). As fontes de radiação NIR podem ser diversas, sendo a mais usada a lâmpada de quartzo-tungstênio-halogênio, uma vez que tem um baixo custo e a radiação é de alta intensidade nos comprimentos de onda NIR (Prieto *et al.*, 2017). Apesar de serem as mais usadas, estas lâmpadas apresentam diversas desvantagens na aplicação industrial uma vez que apresentam baixa eficiência energética, são sensíveis à temperatura e à vibração, e apresentam longos períodos de arranque (Prieto *et al.*, 2017).

Como vantagens, esta tecnologia que já é amplamente utilizada na indústria alimentar, apresenta o

facto de ser não destrutiva, ser mais sensível e rápida, fornecendo resultados em tempo real (Marchi *et al.*, 2017; Kartakoullis *et al.*, 2019). Segundo Toldrá (2010), esta pode ser considerada uma das técnicas analíticas mais poderosas para analisar a qualidade final de produtos à base de carne. De um ponto de vista menos funcional, esta metodologia permite, através do seu desempenho, que pessoas não profissionais realizem análises de rotina de grandes conjuntos de amostras a um custo relativamente baixo, comparado com o custo das metodologias tradicionais (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2011). No que concerne ao reconhecimento da metodologia, a tecnologia NIR é atualmente reconhecida como um método oficial pela AOAC para a determinação de Proteína, Humidade, Lípidos, através da calibração ANN – *Artificial Neural Network* para carne e produtos cárneos (Anderson, 2007; De Marchi *et al.*, 2017). No que é referente ao parâmetro Sal, segundo FOSS (2012), a tecnologia NIR está apta para realizar a determinação deste parâmetro, mas segundo Anderson (2007) esta metodologia não é reconhecida como um método oficial pela AOAC para determinação de Sal em carne e produtos cárneos. Ao momento um dos equipamentos que tem implementada a tecnologia NIR é o *FoodScan*, da marca FOSS que permite a determinação simultânea de teor de Proteína, Humidade, Lípidos e Sal em carne e produtos à base de carne (Anderson, 2007; Ziadi *et al.*, 2012). A constituição deste equipamento, corresponde aos pontos mencionados no parágrafo anterior, contendo uma lâmpada de tungstênio–halogênio localizada na parte de trás do equipamento (Anderson, 2007). A luz é guiada através de uma fibra ótica para o monocromador interno, que fornece luz monocromática na região espectral entre 850 e 1050 nm, como descrito por Prieto (2017). Em seguida, com recurso a uma segunda fibra ótica, a luz é guiada através de uma lente posicionada sobre as amostras (Anderson, 2007). Esta luz é transmitida através da amostra e aquela porção da mesma que não é absorvida atinge um detetor (Anderson, 2007). Este detetor mede a quantidade de luz e envia o resultado para o processador digital de sinais, que se comunica com o computador pessoal onde são calculados os resultados finais (Anderson, 2007). A obtenção dos resultados é rápida, para os constituintes mencionados anteriormente (Figura 3) (Anderson, 2007). O prato de vidro onde é colocada a amostra é girado durante o processo de análise para detetar várias zonas da amostra, uma vez que este procedimento fornece um resultado final mais representativo da amostra (Anderson, 2007). Antes da colocação da amostra no equipamento, esta deve ser preparada, ou seja, picada, e devem ser colocados aproximadamente 200 g de amostra no prato de vidro (Riovanto *et al.*, 2012).

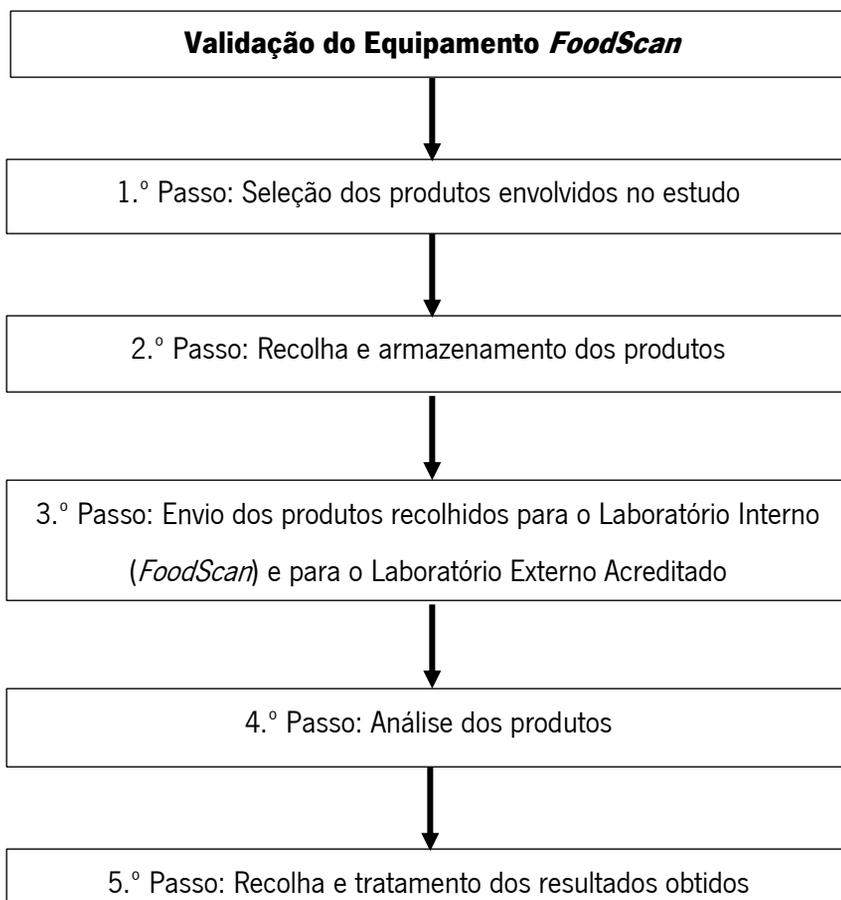


**Figura 3** - Esquema representativo do funcionamento do equipamento *FoodScan*, desde a seleção do comprimento de onda adequado, passando para um condutor dessa luz que atinge a amostra e emite para um computador a leitura dos resultados finais (Adaptado de FOSS, 2012).

A indústria das carnes tem usado de forma regular a tecnologia NIR, aplicada através do *FoodScan* permitindo o acompanhamento dos resultados no âmbito do desenvolvimento de novos produtos bem como na elaboração de declarações nutricionais para efeitos de rotulagem dos produtos (Anderson, 2007).

### 3. Materiais e Métodos

Este capítulo aborda os materiais e métodos utilizados para a concretização deste projeto. Na Figura 4 estão sumariados os passos realizados ao longo do trabalho.



**Figura 4** - Esquema da sequência das etapas do estudo realizado.

#### 3.1 Materiais

A realização das análises está inerente à produção de 5 produtos, ou seja, um Fiambre de Suíno, um Fiambre de Peru, uma Mortadela com Azeitona, um Bacon e um Chouriço. A recolha dos mesmos foi realizada ao longo de 1 mês, na Empresa C, estes encontravam-se fatiados ou em peça e já estando dentro da sua embalagem final, no momento da recolha.

#### 3.2 Métodos

##### 3.2.1 Seleção dos Produtos

O primeiro passo para iniciar a validação do equipamento *FoodScan* consistiu na seleção dos produtos a analisar, de forma que estes fossem representativos da gama alargada de produtos comercializados na Empresa C.

No âmbito das atividades de validação do equipamento foi analisado, um produto de cada uma das tipologias mencionadas no ponto 2.1.1.2. A seleção cuidada dos produtos ocorreu por ser uma mais-valia para o estudo de validação perceber se o equipamento está ajustado às variações das tipologias de produto. Para além deste critério de seleção também se analisou quais os produtos mais críticos, ou seja, os produtos que eram suscetíveis de sofrer variações a nível nutricional dentro do leque de diversos produtos de cada tipologia. Após esta análise, foram selecionados 5 produtos, um Fiambre de Suíno, um Fiambre de Peru, uma Mortadela com Azeitona, um Bacon e um Chouriço.

### 3.2.2 Amostragem

O passo seguinte à seleção dos produtos consistiu na recolha de amostras dos 5 produtos. As amostras de Fiambre de Suíno, Fiambre de Peru, Mortadela com Azeitona e Bacon foram recolhidas à saída da linha de fatiamento, já dentro da sua embalagem final, 6 unidades de cada produto. Para as amostras de Chouriço, em peça, dentro da sua embalagem final, foram recolhidas 6 unidades. Após a recolha de todas as amostras, estas foram acondicionadas numa câmara de conservação a uma temperatura entre 0 °C e 5 °C. O período máximo decorrente entre a recolha da amostra e análise no laboratório interno foi de uma semana.

Para cada produto foram recolhidas amostras de 5 lotes, de forma a ser possível obter uma amostragem significativa e que representasse as variações nutricionais às quais cada tipologia de produto está suscetível. Assim sendo, a amostragem total de cada produto está patente na Tabela 1.

**Tabela 1** - Número total de amostras recolhidas de cada um dos produtos.

<b>Produto</b>	<b>Nº Total de Amostras</b>
Fiambre de Suíno	30
Fiambre de Peru	30
Mortadela com Azeitona	30
Bacon	30
Chouriço	30

Para cada um dos produtos 30 amostras foram analisadas (6 amostras por cada lote): 15 no Laboratório Interno, da Empresa C, com recurso ao *FoodScan*, e as restantes 15 em Laboratório Externo acreditado e segundo metodologias acreditadas, para determinar o teor de Proteína, Humidade, Lípidos e Sal.

### 3.2.3 Metodologia do Laboratório Interno – *FoodScan*

#### 3.2.3.1 Verificação do Equipamento

O equipamento *FoodScan* disponível no Laboratório Interno da Empresa C é da marca *FOSS*, com o modelo *Lab* cujo número de série é o 91747157 (Figura 5). Previamente ao início da validação deste equipamento, foi imperativo garantir que o mesmo se encontra nas melhores condições e, para tal solicitou-se a execução de um “*Preventive Maintenance Protocol*” ao fornecedor do equipamento. Esta manutenção preventiva foi executada antes do início da realização das análises internas, no dia 24 de março de 2023.



**Figura 5** - *Foodscan™ Lab*, da marca *FOSS* presente na Empresa C.

O protocolo de manutenção preventiva foi realizado por um técnico especializado, sendo descrito como uma verificação do meio sistemático e funcional onde se encontra o equipamento, com o intuito de perceber se é o mais adequado e apresenta todas as condições internas necessárias ao seu bom funcionamento. Para tal foi realizada a troca da lâmpada e dos vedantes do equipamento, uma vez que os mesmos têm um tempo de vida útil de um ano, ao fim do qual devem ser substituídos porque são os dois elementos fulcrais para que a realização das análises decorra nas condições adequadas. De seguida, foi realizada uma limpeza mais profunda ao equipamento, ou seja, foram desmontadas as peças mais pequenas, retiradas do equipamento e higienizadas com álcool. Após a montagem destes constituintes do equipamento foi realizada uma auto verificação interna. Primeiro, o equipamento testou a lâmpada, se atingia os comprimentos de onda pré-definidos, de seguida verificou a selagem da porta com os novos vedantes para permitir o isolamento do ambiente de análise da amostra e, por último, verificou se as rotações do prato de vidro, que permite as movimentações da amostra para serem analisadas as diferentes zonas da mesma, de forma a estar tudo de acordo com o parametrizado. Concluído este teste de verificação, o equipamento emite um relatório do seu estado (Anexo A 1).

Para comprovar que a manutenção do equipamento foi executada adequadamente, analisou-se uma amostra de produto, não sendo nenhum dos selecionados para o estudo. A amostra foi picada e homogeneizada, de seguida foram colocadas num prato de vidro, próprio do equipamento, 150 g de produto e foi analisada 10 vezes a mesma amostra, concluindo-se que o aparelho estava apto à realização das análises.

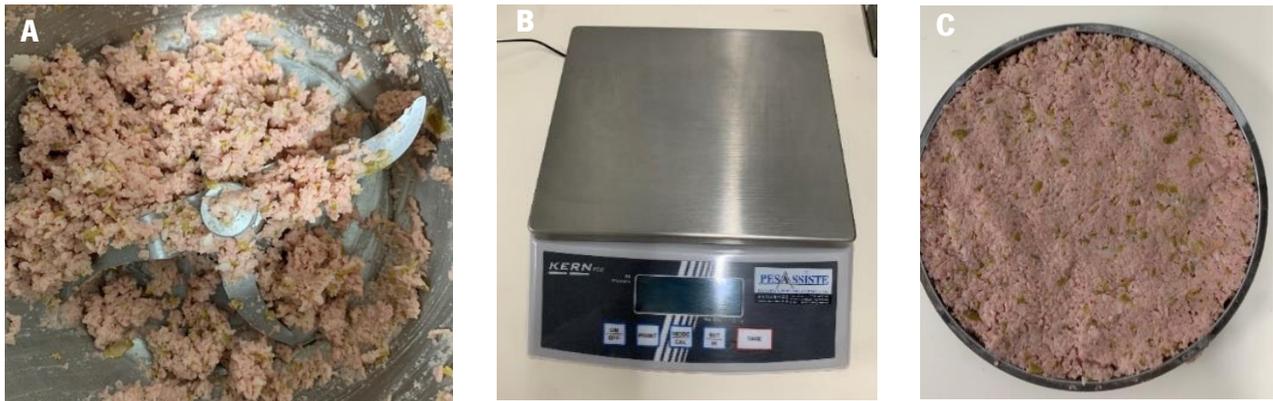
Assim, devido aos resultados mencionados, a manutenção preventiva permitiu perceber o estado do equipamento e concluir que estava dentro dos parâmetros estabelecidos, logo apresentava-se apto para o início da sua validação. Como sugestão o técnico referiu que no início de cada ensaio que fosse realizado no futuro deveria realizar-se um diagnóstico do equipamento. Esta etapa consiste em selecionar no equipamento o separador de “diagnóstico” e selecionar “5 ciclos” de teste, uma vez que assim o equipamento verificava o seu estado e permite que ocorra o arranque da lâmpada, algo que é demorado, e se emitir como resultado “*Pass*”, significa que está tudo conforme e que o aparelho está pronto para ser usado.

### **3.2.3.2 Preparação da Amostra e Metodologia**

Com a realização da manutenção preventiva do equipamento e a conclusão de que o *FoodScan* estava em condições para ser usado iniciaram-se as recolhas e análises aos produtos. Estas duas etapas decorreram ao longo de 1 mês.

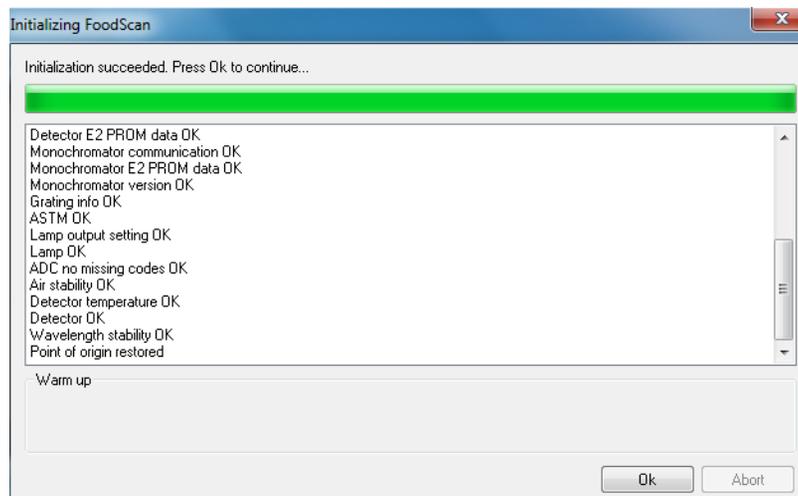
Os produtos foram recolhidos na câmara de conservação (ponto 3.2.2), levados para o Laboratório Interno da Empresa C e colocados dentro do frigorífico do mesmo até ao início da sua preparação e análise no *FoodScan*.

O primeiro passo consistiu na preparação das amostras. Esta etapa teve como objetivo a picagem e homogeneização das amostras em questão, uma vez que, segundo indicação do fornecedor, a homogeneização das mesmas permite obter resultados mais fiáveis. Assim, 3 amostras de cada um dos produtos foram fracionadas e colocadas dentro de um equipamento multifunções sendo, aplicada a velocidade 10000 rpm durante 1 min, que picou e homogeneizou a amostra (Figura 6A). De seguida, para proceder à análise da amostra no equipamento *FoodScan* foi necessária a utilização de um objeto, ou seja, um prato de vidro que é próprio do equipamento (Figura 6C). Colocou-se esse prato de vidro, em cima de uma balança e pesou-se 150 g do produto que havia sido picado e homogeneizado (Figuras 6B e C). Para a análise simultânea dos parâmetros nutricionais pretendidos nas amostras foi necessária a utilização da aplicação *IS/scan*, presente no computador que estava associado ao equipamento *FoodScan*, para ser possível obter os valores de cada parâmetro nutricional (Figura 7).

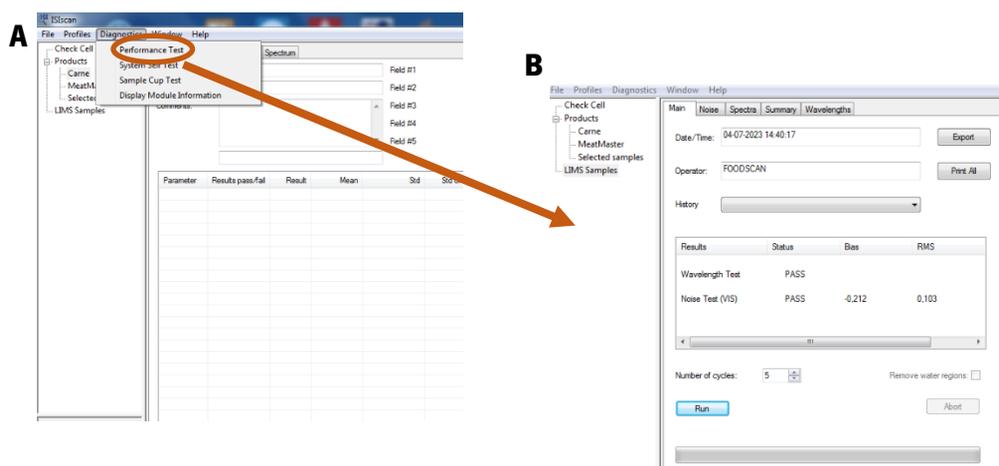


**Figura 6** - Esquema exemplificativo da preparação de 3 amostras de Mortadela com Azeitona. **(A)** Equipamento de picagem e homogeneização das amostras. **(B)** Balança para efetuar a pesagem das 150 g de amostra que será analisada. **(C)** Amostra de 150 g de Mortadela com Azeitona colocada dentro do prato de vidro e ajustada ao seu formato, para se colocar no equipamento e proceder à análise da amostra.

Após a aplicação *IS/scan* ser ligada (Figura 7) foi feito o teste de diagnóstico, selecionando “5 ciclos” (Figura 8A) e para todos os ensaios foi realizada esta etapa e obteve-se como resultado “Pass” (Figura 8B).



**Figura 7** - Processo inicial do equipamento, ao iniciar o programa *IS/scan*, próprio para a ligação ao *FoodScan*, instalado no computador auxiliar para ser possível obter os resultados das análises das diversas amostras.

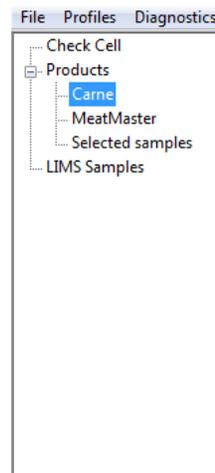


**Figura 8** - Execução do teste diagnóstico do equipamento, com 5 ciclos de análise **(A)**, obtendo-se o resultado esperado “Pass” **(B)**.

O segundo passo consistiu na análise do conteúdo nutricional das amostras a nível do teor de Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. Para tal, colocou-se o prato de vidro com a amostra, dentro do *FoodScan*, que passados 50 s apresentou os resultados do conteúdo da amostra, simultaneamente para cada um dos 4 parâmetros nutricionais, como descrito na Figura 9.



**1.º Passo:** Colocar o prato de vidro com a amostra dentro do *FoodScan* e fechar a porta do equipamento.



**2.º Passo:** Selecionar a opção “Carne” carregando duas vezes e aparece a informação que consta no 3.º passo.



**3.º Passo:** Preencher o campo “*Sample number*” com o nome da amostra a analisar e carregar no botão “*Collect*”, para se iniciar a leitura da amostra.



**4.º Passo:** Após se carregar no botão “*Collect*”, o equipamento emite a luz vermelha no canto inferior direito e após 50 s obtém-se os resultados dos 4 parâmetros nutricionais.

**Figura 9** - Esquema representativo dos passos a seguir para analisar uma amostra pelo *FoodScan*, sendo neste caso o exemplo da Mortadela com Azeitona.

O terceiro passo consiste no descarte dessa amostra e seguem-se mais duas repetições deste processo, ou seja, 3 análises distintas, para cada um dos 5 lotes, para os 5 produtos em estudo. Para todos os ensaios serem realizados nas mesmas condições e não haver contaminações entre análises, em todos os momentos que ocorria a troca de produto a ser analisado o equipamento de picagem e mistura, os pratos de vidro, a balança e o *FoodScan* eram devidamente higienizados. O quarto e último passo consiste na extração de um ficheiro *Excel* com os resultados brutos de cada um dos produtos analisados (Anexo A 2).

### **3.2.4 Metodologia do Laboratório Externo**

As análises dos produtos no Laboratório Externo iniciaram-se com o envio das 3 amostras, de cada um dos produtos, previamente recolhidas e acondicionadas na câmara de refrigeração. Estas amostras foram enviadas numa mala térmica dentro de um transporte refrigerado até ao Laboratório em questão. As análises aos produtos apresentaram uma janela temporal mais alargada tendo sido realizado ao longo de mais de 1 mês. Os parâmetros a serem analisados foram os mesmos que o *FoodScan* analisou, Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. As metodologias descritas a seguir são do Laboratório Externo para onde foram enviadas as amostras, sendo que todas as metodologias são acreditadas e como tal foi solicitado ao laboratório uma descrição sucinta dessas metodologias.

- **Determinação de Proteína – PAFQ 360.1**

A determinação de azoto total é realizada por combustão de acordo com o método *DUMAS*. O método baseia-se na combustão da amostra e na medição da condutividade térmica do azoto libertado, após purificação dos gases obtidos. O teor de proteína é determinado através da multiplicação do teor de azoto por fatores de conversão adequados.

- **Determinação de Humidade – PAFQ 120.2**

O procedimento consiste na pesagem da amostra nos analisadores de humidade e posterior secagem por radiação de infravermelhos ou lâmpadas de halogéneo. O cálculo do teor de humidade e resíduo seco, é efetuado após ser atingido um valor de massa constante definido nos equipamentos e efetua-se o cálculo final da humidade.

- **Determinação de Lípidos – PAFQ 069.4**

A determinação da matéria gorda (Lípidos) é efetuada pelo método de *Soxhlet*, após hidrólise ácida a quente, lavagem e neutralização do resíduo efetuada no equipamento *Hydrotec (FOSS)*. A extração da matéria gorda é realizada com éter de petróleo, seguida de eliminação do solvente por evaporação, secagem e pesagem do extrato.

- **Determinação de Sal – PAFQ 390.1**

A determinação do teor de sal é efetuada por cálculo através da multiplicação do teor de sódio obtido pela técnica de absorção atômica (PAFQ.008) ou de ICP/MS (PAFQ.015) pelo fator 2,5 (resultados de sódio expressos em g/100 g) ou pelo fator de 0,25 (resultados de sódio expressos em g/kg), de acordo com o definido no ponto 11 do anexo I do Regulamento (UE) n.º 1169/2011.

### **3.2.5 Tratamento de Resultados**

Os resultados brutos das análises nutricionais de Proteína, Humidade, Lípidos e Sal para cada um dos 5 produtos selecionados previamente foram compilados por produto e lote, e alocados à sua respetiva metodologia de análise, o *FoodScan* ou o método do Laboratório Externo (Anexo A 3). Para ser possível perceber conclusões e cumprir o objetivo do estudo de aferir acerca da validação do equipamento foi necessário um conjunto de cálculos que serão explicados nos subcapítulos seguintes.

#### **3.2.5.1 Análise Estatística entre Lotes**

Neste estudo, como está descrito no subcapítulo 3.2.2, foram retiradas 3 amostras de cada um dos produtos de 5 lotes diferentes e, como tal o primeiro passo para analisar os resultados obtidos foi a avaliação da existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados. Essa análise foi realizada aos resultados obtidos no Laboratório Externo, uma vez que foram realizadas segundo métodos acreditados, de forma a perceber se seria necessário descartar algum lote, nas análises posteriores a serem feitas. Assim, foi realizada através do teste estatístico *one way* ANOVA, com recurso às ferramentas de análise do programa *microsoft Excel*, de forma a ser possível averiguar a existência de diferenças significativas para um nível de confiança de 95 % ( $p < 0,05$ ) entre os 5 lotes analisados, em cada um dos produtos. Logo, se o valor de  $p$  for inferior a 0,05 conclui-se que existem diferenças significativas entre os lotes e descarta-se o lote que está a causar essas diferenças considerando os restantes como um só lote.

#### **3.2.5.2 Média e Desvio Padrão**

De seguida, e para ser possível analisar os resultados obtidos e realizar as avaliações previstas, efetuou-se o cálculo do valor médio ( $\bar{x}$ ) (Equação 1) e do desvio padrão ( $s$ ) (Equação 2), uma vez que as avaliações posteriores que serão feitas, serão com base no valor médio. Com o cálculo da média e do desvio padrão foi possível perceber a variação dos valores, ou seja, quanto maior o desvio padrão, mais dispersos se encontravam os valores em relação à média e, portanto, menos precisos eram (Miller e Miller, 1993).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n-1} \quad \text{Equação 1}$$

$$s = \sqrt{\sum_i \frac{(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad \text{Equação 2}$$

Nas equações 1 e 2:

$\bar{x}$ : valor médio

$X_i$ : valor real

n: número de análises realizadas

s: desvio padrão

### 3.2.5.3 Análise de valores populacionais discrepantes

No decorrer de um estudo laboratorial é possível a existência de resultados que são significativamente diferentes dos restantes ou do que seria esperado. A estes resultados atribui-se o nome *outliers* (Miller e Miller, 1993). Assim, existem várias formas de avaliar a existência de *outliers* num conjunto de dados, sendo que para este estudo em específico, foi realizado o Teste de *Grubbs* (G). Neste teste, para um valor ser considerado um *outlier* e por isso ser excluído, apenas ocorre se for superior ao valor crítico tabelado referente a 95% de confiança e para valores experimentais, que neste caso, o  $G_{\text{crítico}}$  foi de 2,55.

$$G = \frac{|x_i - \bar{x}|}{s} \quad \text{Equação 3}$$

Na equação 3:

$\bar{x}$ : valor médio

$X_i$ : valor experimental a ser testado

s: desvio padrão

### 3.2.5.4 Análise Estatística entre Metodologias

A segunda análise estatística dos resultados foi realizada através do *T-test*, utilizando as ferramentas de análise do programa *microsoft Excel*, de forma a ser possível averiguar a existência de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os resultados obtidos no *FoodScan* e os resultados do Laboratório Externo. Se o valor de P ( $T \leq t$ ) for inferior a 0,05 conclui-se que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise.

### 3.2.5.5 Validação do método

O objetivo da validação de métodos analíticos passa por demonstrar, através de ensaios laboratoriais,

que o método é adequado aos requisitos exigidos para aquela aplicação analítica pretendida, ou seja, pretendeu-se demonstrar que o método é adequado para a quantificação do analito (Proteína, Humidade, Lípidos e Sal) na matriz (neste caso cárnica), com exatidão e precisão satisfatórias (Taylor, 1997). Através deste processo procurou-se demonstrar que o método analítico é adequado para analisar a amostra em questão (Taylor, 1997). Para o processo de validação de um método interno de ensaio, existem diversas formas, por exemplo através de curvas de calibração, mas a seleção do processo de validação depende, por exemplo dos requisitos mínimos, do tipo de método em causa, compreendendo assim o estudo e conhecimento de diversos parâmetros (Barwick, 2019). Neste estudo foi selecionada a avaliação e análise dos parâmetros descritos a seguir.

- **Limite de deteção**

O limite de deteção (LOD), em termos práticos experimentais, é a menor concentração do analito, que neste caso é cada um dos componentes nutricionais, proteína, humidade, lípidos e sal, que pode ser estatisticamente detetada, mas não quantificada (Laboratórios Acreditados, 2006). Assim, o LOD corresponde ao nível abaixo do qual a deteção do parâmetro nutricional em análise se torna problemática (Barwick, 2019). A fórmula de cálculo deste parâmetro corresponde à Equação 4 retirada de Magnusson (2014).

$$LOD = \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \times 3 \quad \text{Equação 4}$$

Na equação 4:

s: desvio padrão

n: número de análises realizadas

- **Limite de Quantificação**

O limite de quantificação (LDQ) consiste na menor concentração de analito que neste caso é concentração de cada um dos componentes nutricionais, proteína, humidade, lípidos e sal, que pode ser determinada com uma precisão e exatidão adequadas (Laboratórios Acreditados, 2006). Logo, o LOQ, indica o nível mais baixo do componente nutricional em análise que pode ser determinado com um desempenho aceitável (Barwick, 2019). A fórmula de cálculo deste parâmetro corresponde à Equação 5 e foi retirada de Magnusson (2014).

$$LDQ = \left( \frac{s}{\sqrt{n}} \right) \times 10 \quad \text{Equação 5}$$

Na equação 5:

s: desvio padrão

n: número de análises realizadas

- **Precisão**

A precisão mede o grau de proximidade dos valores obtidos pelo método analítico, na repetição da análise sobre a mesma amostra (Laboratórios Acreditados, 2006). Para ser possível analisar a imprecisão dos valores obtidos, ou seja, a dispersão dos resultados que pode ser mensurada através do desvio padrão (s) (Equação 2) e do coeficiente de variação (CV) (Equação 6) (Laboratórios Acreditados, 2006).

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \quad \text{Equação 6}$$

Para complementar esta análise de dispersão existem duas medidas a repetibilidade e reprodutibilidade, sendo que neste estudo apenas foi realizada a repetibilidade (Laboratórios Acreditados, 2006). Neste caso foi necessário calcular o Limite de repetibilidade (r) (Equação 7), o desvio padrão relativo da repetibilidade (RSD<sub>r</sub>) (Equação 8) e o desvio padrão da repetibilidade (S<sub>r</sub>) (Equação 2) (Taylor, 1987).

$$r = 2,8 \times s_r \quad \text{Equação 7}$$

$$RSD_r = \frac{S}{\bar{x}} \times 100 \quad \text{Equação 8}$$

Na equação 6 e 8:

s: desvio padrão

$\bar{x}$ : valor médio

- **Exatidão**

A exatidão tem como intuito a avaliação da concordância entre os resultados experimentais obtidos num determinado ensaio e um valor de referência aceite como verdadeiro. Este valor de referência deve ser um valor exato ou verdadeiro, ou seja, um valor obtido por uma medição perfeita (Magnusson, 2014), que neste caso considerou-se o valor rotulado. Este parâmetro foi avaliado com recurso ao cálculo do *bias* (%) (Equação 9) (Magnusson, 2014).

$$bias = \frac{\bar{x} - x_{ref}}{x_{ref}} \times 100 \quad \text{Equação 9}$$

Na equação 9:

$\bar{X}$ : valor médio

$X_{ref}$ : valor de referência

## 4. Resultados e Discussão

Neste capítulo estão expostos os resultados obtidos na realização deste projeto. A sua estrutura está organizada, primeiramente por produto e de seguida por parâmetro nutricional de acordo com os objetivos do mesmo. O primeiro passo, consistiu na avaliação da existência ou não de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados de cada um dos produtos, para perceber se os poderíamos considerar como um só lote, para efetuar as restantes análises. O segundo passo consistiu em avaliar segundo Teste de *Grubbs* a existência de *outliers*. O terceiro passo foi, para cada produto e parâmetro, a análise inerente à validação do *FoodScan* que teve como início a avaliação da repetibilidade, exatidão, precisão, LOD e LDQ. De seguida, realizou-se a comparação segundo *T-test*, das médias dos valores obtidos pelo *FoodScan* com a média dos valores obtidos em Laboratório Externo, particularizando cada um dos parâmetros nutricionais alvo de validação. Por último, efetuou-se uma análise comparativa entre os resultados obtidos no Laboratório Externo e os resultados obtidos no *FoodScan*, relativamente ao desempenho do equipamento em cada um dos parâmetros Proteína, Humidade, Lípidos e Sal, nos produtos analisados.

### 4.1 Validação da metodologia *FoodScan* por Produto

A validação do *FoodScan* por produto teve como objetivo perceber o desempenho do equipamento, repetibilidade, nos 5 diferentes produtos escolhidos por serem os mais críticos. Para todos os produtos foram analisados os 4 parâmetros nutricionais referidos no ponto anterior, e calculados todos os parâmetros necessários conforme descrito no ponto 3.2.5, sendo que para todos os produtos e parâmetros não existe nenhum *outlier*.

#### 4.1.1 Fiambre de Suíno

O primeiro produto crítico analisado, foi o Fiambre de Suíno para o qual se avaliou, primeiramente, a existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados (lote A, B, C, D e E) para a Proteína, Humidade, Lípidos e Sal, com recurso à ANOVA. Para a Proteína concluiu-se que existem diferenças significativas entre os 5 lotes ( $p = 0,0001$ ), sendo que para não existirem diferenças seria necessário não considerar os lotes A e D, pelo que a amostragem ( $n$ ) ficaria reduzida a 9. Para ser possível avaliar a repetibilidade do *FoodScan* é necessário um  $n \geq 10$  (Laboratórios Acreditados, 2006), logo não foi possível analisar a repetibilidade do parâmetro Proteína no Fiambre de Suíno. A Humidade apresentou um valor de  $p = 0,933$  logo, foi possível concluir que não existem diferenças significativas entre os lotes, podendo os cálculos da repetibilidade considerar todos os resultados obtidos como sendo de um lote apenas. Para os Lípidos e o Sal, foi necessário eliminar as análises dos lotes D e A, respetivamente, obtendo se assim valores de  $p = 0,096$  para os Lípidos e  $p = 0,100$  para o Sal, logo conclui-se que não existem diferenças significativas

entre os restantes lotes analisados e apresentam um  $n \geq 10$ , logo podem ser considerados como um lote só para as restantes análises que foram feitas. Após esta análise preliminar dos resultados obtidos foi possível obter resultados do desempenho do *FoodScan* para o Fiambre de Suíno apenas para a Humidade, Lípidos e Sal, estando apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão (*bias*), precisão (RSD<sub>r</sub>), o desvio padrão da repetibilidade (S<sub>r</sub>) e o limite de repetibilidade (r) do *FoodScan* para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal no Fiambre de Suíno.

		Fiambre de Suíno	
Humidade	LOD		0,266
	LOQ		0,888
	<i>bias</i> (%)		-5,17
	r		0,963
	RSD <sub>r</sub> (%)		0,465
	S <sub>r</sub> (%)		0,344
Lípidos	LOD		0,667
	LOQ		2,22
	<i>bias</i> (%)		14,52
	r		2,06
	RSD <sub>r</sub> (%)		18,0
	S <sub>r</sub> (%)		0,737
Sal	LOD		0,094
	LOQ		0,312
	<i>bias</i> (%)		1,34
	r		0,290
	RSD <sub>r</sub> (%)		4,44
	S <sub>r</sub> (%)		0,103

Segundo Anderson (2007), no estudo que foi realizado, para os parâmetros Humidade e Lípidos no *FoodScan* o valor de S<sub>r</sub>, apresentava-se entre 0,13 % e 0,56 % e entre 0,05 % e 0,28%, respetivamente. Assim sendo, para a o parâmetro Humidade o valor experimental (0,344 %) estava dentro do seu respetivo intervalo, ao passo que o valor experimental do parâmetro Lípidos (0,737 %) foi superior ao seu respetivo intervalo (Tabela 2). Neste caso esta diferença pode ser justificada pela variação entre os produtos analisados no artigo mencionado e o Fiambre de Suíno, ou seja, o produto analisado nesta fase do estudo. Mas, o principal

motivo pode estar relacionado ao facto de terem sido realizadas apenas 12 análises aos Lípidos no Fiambre de Suíno, ao passo que no artigo em questão foram realizadas 1403 análises aos Lípidos, logo seria de interesse testar uma amostragem superior do produto em questão para este parâmetro. No que é referente ao parâmetro Sal na descrição do equipamento o valor de  $S_e$ , foi descrito como tendo um valor inferior a 0,05 %, ao passo que o valor obtido experimentalmente, foi de 0,103 %, sendo superior ao reportado pelo fabricante do equipamento (FOSS, 2012). Essa discrepância pode ser explicada pelo facto da calibração ANN reconhecida pela AOAC, que está intrínseca ao equipamento utilizado neste estudo, não incluir o parâmetro Sal (Anderson, 2007; FOSS, 2012). No entanto, de acordo com a FOSS (2012), foram conduzidas análises em 20.000 espectros de amostras de carne e produtos à base de carne distintos, ao passo que, neste estudo, foram realizadas apenas 12 análises ao Sal no Fiambre de Suíno. Nesse sentido, a ampliação da amostragem poderia ter uma contribuição valiosa.

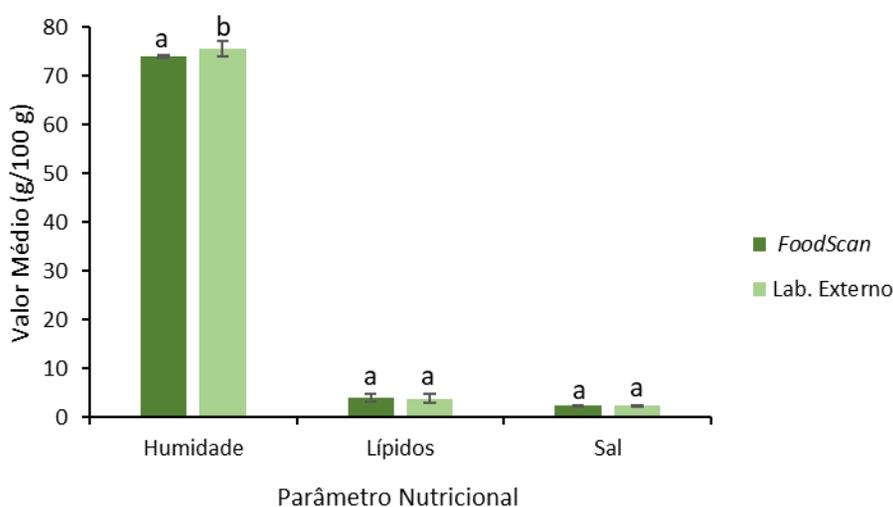
A avaliação da repetibilidade do *FoodScan*, também advém do cálculo do RSD, que para a Humidade e Lípidos deve estar compreendido entre 0,23 % e 0,92 % e entre 0,22 % e 2,67% (Anderson, 2007). Assim, o resultado experimental obtido para o parâmetro Humidade (0,465 %) apresentava-se dentro do seu intervalo, ao passo que para os Lípidos (18,0 %) apresentou-se significativamente superior ao referido na literatura. Essa disparidade pode ser novamente atribuída à amostragem reduzida deste estudo resultando, consequentemente, num aumento nos valores dos desvios (Anderson, 2007). O parâmetro Sal no Fiambre de Suíno apresentou como RSD, experimental de 4,44 %, mas até ao momento, é de notar a falta de estudos publicados que permitam aferir alguma avaliação deste resultado e perceber a repetibilidade do *FoodScan* para este parâmetro nutricional.

A avaliação da exatidão foi feita através do valor de *bias* que deve ser superior a 5 % e a precisão com o valor de CV em percentagem, que é igual ao RSD, e deve ser inferior a 10 % (Laboratórios Acreditados, 2006; Barwick, 2019). Com os valores experimentais obtidos conclui-se que o *FoodScan* não é exato para Humidade (-5,17 %) e Sal (1,34 %) pois os valores são inferiores a 5 %, mas é exato para os Lípidos (14,52 %). Adicionalmente, o método é preciso para Humidade (0,465 %) e Sal (5,44 %) e não preciso para Lípidos (18,0 %).

Por fim, foi calculado para cada um dos 3 parâmetros nutricionais as médias dos valores obtidos pelo *FoodScan* e pelas metodologias acreditadas do Laboratório Externo (Tabela 3), com o intuito de realizar o *T-test*. Os valores de P ( $T \leq t$ ) obtidos para a Humidade foram de 0,002, para os Lípidos de 0,367 e para o Sal de 0,480 (Figura 10).

**Tabela 3** - Valores médios e respectivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Fiambre de Suíno realizadas no *FoodScan* e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.

	Valor médio (g/100 g)	
	<i>FoodScan</i>	Laboratório Externo
<b>Humidade</b>	74,0 ± 0,344	75,5 ± 1,49
<b>Lípidos</b>	4,01 ± 0,737	3,78 ± 0,925
<b>Sal</b>	2,33 ± 0,103	2,37 ± 0,115



**Figura 10** - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal no Fiambre de Suíno, no *FoodScan* e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média ± SEM.

Com estes resultados conclui-se a existência de diferenças significativas entre as metodologias de análise apenas para o parâmetro Humidade (Figura 10). Neste caso é pertinente associar este resultado ao facto deste parâmetro no *FoodScan* apresentar-se não exato, pelo que a partir destas observações depreendeu-se que o método não é exato por causa da diferença existente entre as médias experimentais e o valor de referência, ou seja, o valor rotulado. Logo, esta análise permite perceber que o *FoodScan* não é equivalente ao método acreditado para a análise do parâmetro Humidade, no Fiambre de Suíno, não sendo assim validada a sua utilização. O parâmetro Lípidos não apresentou diferenças significativas entre as metodologias de análise, mas o *FoodScan* evidenciou-se como não sendo preciso, logo a metodologia do equipamento é equivalente à acreditada, mas para validar a sua utilização será necessária a realização de mais análises. Por último, para o parâmetro Sal não existem diferenças significativas entre os métodos analíticos, mas esta análise não é congruente com o que foi apurado na literatura, uma vez que a calibração do equipamento não é a adequada para este parâmetro nutricional, sendo por isso esperada a existência de diferenças significativas entre as duas metodologias de análise (Anderson, 2007). Logo, para ser possível

esclarecer este resultado será necessário a repetição desta análise ao Fiambre de Suíno e com uma amostragem maior.

#### 4.1.2 Fiambre de Peru

O segundo produto a ser analisado, foi o Fiambre de Peru e tal como para o produto anterior foi realizada uma ANOVA para aferir a existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados (lote F, G, H, I e J) para a Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. Para a Proteína ( $p = 0,166$ ) e Humidade ( $p = 0,377$ ) concluiu-se que não existem diferenças significativas entre os 5 lotes sendo por isso possível considerar todas as análises como pertencentes a um lote só. Para os Lípidos foi necessário excluir da análise o lote I, obtendo-se assim um valor de  $p = 0,100$  logo, não existem diferenças significativas entre os restantes lotes, podendo ser analisado como um lote só. No parâmetro Sal para não existirem diferenças significativas seria necessário não considerar os lotes G e H, pelo que a amostragem ( $n$ ) ficaria reduzida a 9. Todavia, para ser possível avaliar a repetibilidade do *FoodScan* é necessário um  $n \geq 10$  (Laboratórios Acreditados, 2006), logo não foi possível analisar a repetibilidade do parâmetro Sal no Fiambre de Peru. Após esta análise preliminar dos resultados obtidos foi possível obter resultados do desempenho do *FoodScan* para o Fiambre de Peru apenas para a Proteína, Humidade e Lípidos, estando apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão (*bias*), precisão (RSD<sub>r</sub>), o desvio padrão da repetibilidade (S<sub>r</sub>) e o limite de repetibilidade (r) do *FoodScan* para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Fiambre de Peru.

		Fiambre de Peru	
<b>Proteína</b>	LOD		0,136
	LOQ		0,454
	<i>bias</i> (%)		5,71
	r		0,492
	RSD <sub>r</sub> (%)		0,978
	S <sub>r</sub> (%)		0,176
<b>Humidade</b>	LOD		0,152
	LOQ		0,506
	<i>bias</i> (%)		-0,875
	r		0,549
	RSD <sub>r</sub> (%)		0,253
	S <sub>r</sub> (%)		0,196
<b>Lípidos</b>	LOD		0,073

	LOQ	0,242
	r	0,225
	<i>bias</i> (%)	-9,08
	RSD <sub>r</sub> (%)	8,84
	S <sub>r</sub> (%)	0,080

A metodologia de análise do *FoodScan* tornou-se reconhecida e como tal existem alguns estudos relativos à sua utilização para analisar os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos, pelo que para o cálculo de S<sub>r</sub> foram descritos valores entre 0,07 % e 0,33 % para a Proteína, entre 0,13 % e 0,56 % para a Humidade, e entre 0,05 % e 0,28% para Lípidos (Anderson, 2007). Assim sendo, os valores experimentais obtidos para a Proteína (0,176 %), Humidade (0,196 %) e Lípidos (0,080 %) estão dentro dos respetivos limites descritos no estudo de Anderson (2007).

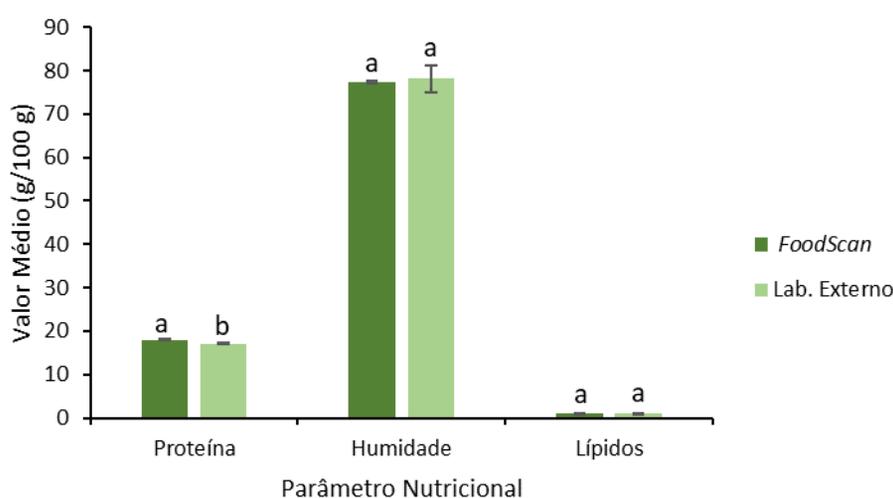
Na sequência deste estudo, os autores também avaliaram o RSD<sub>r</sub>, ou seja, a repetibilidade, que para a Proteína se apresentava entre 0,35 % e 2,13 %, para Humidade, entre 0,23 % e 0,92 % e, para os Lípidos entre 0,22 % e 2,67% (Anderson, 2007). Os resultados experimentais, por um lado, para o teor de Proteína (0,978 %) e Humidade (0,253 %) encontravam-se dentro dos respetivos limites mencionados na literatura. Por outro lado, para os Lípidos o valor experimental, 8,84 % foi superior ao referido no estudo de Anderson (2007). Esta variação pode ser justificada pela amostragem limitada deste estudo, ou seja, 12 análises para os Lípidos neste produto, que por sua vez faz destacar a magnitude dos desvios existentes, sugerindo que um aumento da amostragem será necessário e pertinente para potenciar a minimização dessa diferença (Anderson, 2007).

Na continuação da análise dos resultados da Tabela 4 foi pertinente avaliar a exatidão tendo em conta o valor de *bias*, o qual deve ser superior a 5%, e a precisão, que foi avaliada com recurso ao valor de CV em percentagem, que é igual ao RSD<sub>r</sub>, devendo ser inferior a 10% (Laboratórios Acreditados, 2006; Barwick, 2019). Logo, foi possível concluir que o *FoodScan* demonstrou-se exato na medição da Proteína (5,71 %), enquanto para a Humidade (-0,875 %) e Lípidos (-9,08 %), a metodologia não é exata. Adicionalmente, o *FoodScan* revelou-se preciso para os 3 parâmetros nutricionais alvo de análise.

De forma a complementar este estudo foi efetuada uma análise entre as médias dos resultados obtidos no *FoodScan* e no Laboratório Externo (Tabela 5), para cada um dos parâmetros nutricionais, denominado *T-test*, onde se obteve como valores de P (T<=t) para a Proteína  $7,58 \times 10^{-11}$ , Humidade 0,283, Lípidos 0,570 (Figura 11).

**Tabela 5** - Valores médios e respectivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Fiambre de Peru realizadas no *FoodScan* e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.

	Valor médio (g/100 g)	
	<i>FoodScan</i>	Laboratório Externo
<b>Proteína</b>	18,0 ± 0,176	17,1 ± 0,159
<b>Humidade</b>	77,3 ± 0,196	78,2 ± 3,10
<b>Lípidos</b>	0,909 ± 0,080	0,942 ± 0,138



**Figura 11** - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Fiambre de Peru, no *FoodScan* e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média ± SEM.

A partir desses resultados, podemos aferir que não existem diferenças significativas entre as metodologias somente, no que diz respeito aos parâmetros Humidade e Lípidos. Mas é pertinente ter em conta que, como mencionado anteriormente, o *FoodScan* apresentou-se como sendo não exato para estes dois parâmetros. Concluindo-se assim que, o *FoodScan* é equivalente à metodologia acredita, mas para ser possível validar a utilização do mesmo, nestes parâmetros para o Fiambre de Peru, será necessária a realização de mais análises, ou seja, aumentar a amostragem. Por fim, com o *T-test* constatou-se que existem diferenças significativas entre os métodos de análise do parâmetro Proteína, logo esta análise indica que o *FoodScan* não é equivalente ao método acreditado, não sendo válida a sua utilização. Porém seria pertinente o contínuo estudo deste parâmetro no Fiambre de Peru, para ser possível aferir a veracidade deste resultado.

#### 4.1.3 Mortadela com Azeitona

O terceiro produto a ser analisado, foi a Mortadela com Azeitona, sendo a primeira análise uma ANOVA, com o intuito de perceber a existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados (lote

K, L, M, N e O) para a Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. Para a Humidade ( $p = 0,298$ ), Lípidos ( $p = 0,699$ ) e Sal ( $p = 0,242$ ) constatou-se que não existem diferenças significativas entre os 5 lotes, logo todas as análises seguintes, para estes parâmetros, consideraram os resultados como pertencentes a um só lote. Para a Proteína foi necessário excluir da análise o lote N, obtendo-se assim um valor de  $p = 0,248$ , logo não existem diferenças significativas entre os restantes lotes, podendo considerar-se como apenas um lote. Concluída esta análise dos resultados obtidos foi possível obter resultados do desempenho do *FoodScan* para a Mortadela com Azeitonas, nos 4 parâmetros nutricionais, estando apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6** - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão (*bias*), precisão (RSD), o desvio padrão da repetibilidade (S) e o limite de repetibilidade (r) do *FoodScan* para os parâmetros Proteína, Humidade, Lípidos e Sal na Mortadela com Azeitona.

		<b>Mortadela com Azeitona</b>	
<b>Proteína</b>	LOD	0,569	
	LOQ	0,171	
	<i>bias</i> (%)	-14,3	
	r	0,528	
	RSD <sub>r</sub> (%)	1,69	
	S <sub>r</sub> (%)	0,189	
<b>Humidade</b>	LOD	0,445	
	LOQ	1,48	
	<i>bias</i> (%)	-16,8	
	r	1,61	
	RSD <sub>r</sub> (%)	0,987	
	S <sub>r</sub> (%)	0,575	
<b>Lípidos</b>	LOD	0,547	
	LOQ	1,82	
	<i>bias</i> (%)	2,17	
	r	1,98	
	RSD <sub>r</sub> (%)	3,00	
	S <sub>r</sub> (%)	0,706	
<b>Sal</b>	LOD	0,092	
	LOQ	0,306	

	<i>bias</i> (%)	-15,5
	r	0,332
	RSD <sub>r</sub> (%)	5,84
	S <sub>r</sub> (%)	0,118

A avaliação do primeiro parâmetro, S<sub>r</sub>, é pertinente para aferir a repetibilidade e como tal foi descrito como estando entre 0,07 % e 0,33 % para a Proteína, entre 0,13 % e 0,56 % para a Humidade, entre 0,05 % e 0,28% para Lípidos e inferior a 0,05 % para o Sal (Anderson, 2007; FOSS, 2012). O valor experimental obtido para a Proteína (0,189 %) encontrava-se dentro dos limites referidos na literatura. Os resultados para os parâmetros Humidade (0,575 %) e Lípidos (0,706 %) verificaram-se superiores ao intervalo referido por Anderson (2007). A justificação pode, por um lado, ser motivada pela variação entre os produtos analisados no artigo e a Mortadela com Azeitona aqui analisada. Mas, por outro lado, o principal contributo pode prender-se com o facto de terem sido realizadas 15 análises à Mortadela com Azeitona, ao passo que no artigo em questão foram realizadas 1197 análises à Humidade e 1403 análises para Lípidos (Anderson, 2007). O valor experimental de S<sub>r</sub> obtido para o parâmetro Sal, 0,118 %, também foi superior ao reportado pela FOSS (2012). Os principais motivos que justifiquem esta diferença prendem-se com a calibração do equipamento não ser adequada para este parâmetro e o facto de terem sido realizadas mais análises e em diversos espetros, no estudo literário em comparação com este projeto. Logo, para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal será pertinente aumentar a amostragem deste produto.

A continuação da avaliação da repetibilidade passa pelo cálculo e análise do parâmetro RSD<sub>r</sub>, segundo o que foi referido na literatura, para a Proteína estava entre 0,35 % e 2,13 %, para Humidade entre 0,23 % e 0,92 %, para os Lípidos entre 0,22 % e 2,67% (Anderson, 2007), ao passo que para o Sal até ao momento não existem estudos publicados que indiquem algum valor que permita avaliar este resultado. Analisando os resultados experimentais o valor obtido para o teor de Proteína (1,69 %) apresentou-se dentro do respetivo intervalo, ao passo que o teor de Humidade (0,987 %) e de Lipídios (3,00 %) se encontravam superiores aos limites referidos no estudo. Como referido no parágrafo anterior, esta diferença também pode ser fundamentada pela reduzida amostragem deste estudo, o que por sua vez faz salientar o valor dos desvios existentes, sendo que para minimizar esta diferença será necessária uma amostragem maior (Anderson, 2007).

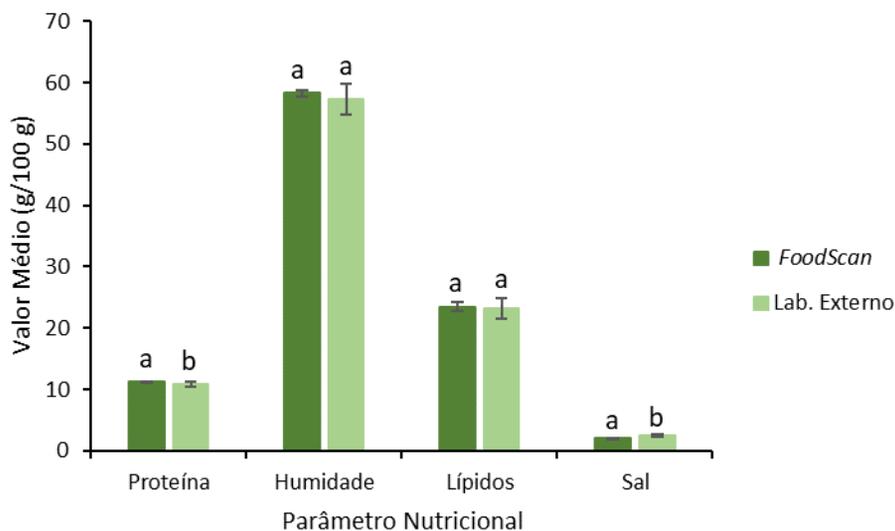
Adicionalmente, avaliar a exatidão e precisão do *FoodScan* é importante e como tal, para a metodologia ser exata, o valor de *bias* deve ser superior a 5 % e para o método ser preciso o valor de CV em percentagem, que é igual ao RSD<sub>r</sub>, deve ser inferior a 10 % (Laboratórios Acreditados, 2006; Barwick, 2019).

A Mortadela com Azeitona apresentou resultados pertinentes nesta análise, uma vez que esta metodologia de análise é não exata, mas precisa os 4 parâmetros nutricionais.

Para concluir a avaliação do *FoodScan*, foi realizado o *T-test*, entre as médias dos valores obtidos no *FoodScan* e no Laboratório Externo (Tabela 7), para cada um dos 4 parâmetros nutricionais (Figura 12). Como resultados obteve-se um valor de P ( $T < t$ ) de 0,021 para a Proteína, 0,148 para Humidade, 0,573 para os Lípidos e de  $8,60 \times 10^{-07}$  para o Sal.

**Tabela 7** - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 4 parâmetros nutricionais da Mortadela com Azeitona realizadas no *FoodScan* e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.

	Valor médio (g/100 g)	
	<i>FoodScan</i>	Laboratório Externo
<b>Proteína</b>	11,1 ± 0,189	10,9 ± 0,273
<b>Humidade</b>	58,2 ± 0,575	57,2 ± 2,51
<b>Lípidos</b>	23,5 ± 0,706	23,2 ± 1,71
<b>Sal</b>	2,03 ± 0,118	2,43 ± 0,156



**Figura 12** - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade, Lípidos e Sal na Mortadela com Azeitona, no *FoodScan* e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média ± SEM.

Estes resultados aqui apresentados para a Mortadela com Azeitona permitiram perceber a existência de diferenças significativas entre as duas metodologias de análise no teor de Proteína e Sal. A existência destas diferenças para os dois parâmetros deve ser analisada em conjunto com o facto da metodologia do *FoodScan* ser considerada não exata para ambos os parâmetros, o que por sua vez pode ser

justificado pela existência de desvios entre os valores médios experimentais e o valor rotulado. Estas conclusões permitem aferir, só para o teor de Sal, a existência de diferenças significativas entre as metodologias era o resultado esperado, pois a calibração do equipamento não teve em conta este parâmetro (Anderson, 2007). Logo, esta análise permite conjecturar que o *FoodScan* não é equivalente ao método acreditado para a medição do parâmetro Proteína e Sal, na Mortadela com Azeitona, não sendo assim válida a sua utilização. Para o caso do teor de Humidade e de Lípidos constatou-se que não existem diferenças significativas entre as metodologias de análise, uma vez que os valores experimentais são superiores a 0,05, mas à semelhança dos outros dois parâmetros a metodologia do *FoodScan* mostrou-se não exata. Logo, esta análise permite concluir que o *FoodScan* é equivalente ao método acreditado para a medição do parâmetro Humidade e Lípidos, na Mortadela com Azeitona, sendo que, para validar a sua utilização é pertinente a realização de mais análises a este produto.

#### 4.1.4 Bacon

O quarto produto a ser analisado, foi o Bacon, para o qual, à semelhança dos anteriores foi realizada uma ANOVA, para perceber a existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados (lote P, Q, R, S e T) para a Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. Nos parâmetros Humidade, Lípidos e Sal para não existirem diferenças significativas seria necessário não considerar os lotes R e S, pelo que a amostragem (n) ficaria reduzida a 9. Para ser possível avaliar a repetibilidade do *FoodScan* é necessário um  $n \geq 10$  (Laboratórios Acreditados, 2006), logo não foi possível analisar a repetibilidade destes parâmetros no Bacon. Para a Proteína foi necessário excluir da análise o lote S, obtendo-se assim um valor de  $p = 0,270$ , logo não existem diferenças significativas entre os restantes lotes, podendo considerar-se como um lote só. Concluída esta análise dos resultados obtidos foi possível obter resultados do desempenho do *FoodScan* para o Bacon, apenas para a Proteína, estando apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8** - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão (*bias*), precisão (RSD<sub>r</sub>), o desvio padrão da repetibilidade (S<sub>r</sub>) e o limite de repetibilidade (r) do *FoodScan* para o parâmetro Proteína no Bacon.

		Bacon	
Proteína	LOD		0,240
	LOQ		0,799
	<i>bias</i> (%)		-6,37
	r		0,775
	RSD <sub>r</sub> (%)		1,64
	S <sub>r</sub> (%)		0,277

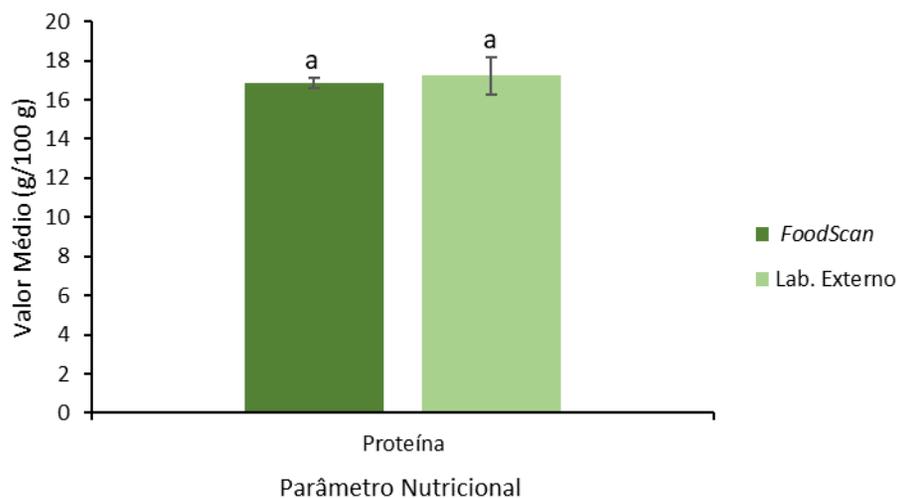
A repetibilidade foi avaliada com o cálculo do  $S_r$  e  $RSD_r$ . Os valores de  $S_r$  foram descritos como estando entre 0,07 % e 0,33 %, ao passo que os valores de  $RSD_r$ , como estando entre 0,35 % e 2,13 % para a Proteína (Anderson, 2007). Assim, como conta na Tabela 8, os valores experimentais de  $S_r$  e  $RSD_r$  obtidos encontram-se dentro dos respectivos intervalos mencionados na literatura.

A avaliação da exatidão e precisão do *FoodScan* é fundamental. Para considerar a metodologia como exata, o valor de *bias* deve ser superior a 5%, enquanto, para ser considerada precisa, o valor de CV em porcentagem, que é igual ao  $RSD_r$ , deve ser inferior a 10% (Laboratórios Acreditados, 2006; Barwick, 2019). Assim, concluiu-se que esta metodologia, para a Proteína neste produto é não exata, mas precisa.

Para complementar estes resultados realizou-se o *T-test* entre a médias dos valores obtidos nas análises (Tabela 9) efetuadas com recurso ao *FoodScan* e com recurso ao Laboratório Externo (Figura 13).

**Tabela 9** - Valores médios e respetivos desvios padrão (g/100 g) da análise à Proteína no Bacon realizada no *FoodScan* e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.

	Valor médio (g/100 g)	
	<i>FoodScan</i>	Laboratório Externo
Proteína	16,9 ± 0,277	17,2 ± 0,951



**Figura 13** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Proteína no Bacon, no *FoodScan* e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média ± SEM.

A Figura 13 resume de forma explícita os resultados obtidos no *T-test*, ou seja, não foram obtidas diferenças significativas entre as metodologias de análise do teor de Proteína, com um valor de P ( $T \leq t$ ) de 0,260, uma vez que é superior a 0,05. Este resultado obtido evidencia que a metodologia do equipamento é equivalente à metodologia de análise acreditada, mas para validar a utilização do equipamento para esta análise é pertinente a realização de mais análises, uma vez que o *FoodScan* se apresentou como não exato.

Os resultados experimentais das análises nutricionais no Bacon evidenciaram diferenças significativas entre os 5 lotes analisados para os parâmetros Humidade, Lípidos e Sal, pelo que é relevante para este estudo a realização de novas análises, a novos lotes para ser possível averiguar o desempenho do equipamento, ou seja, a sua repetibilidade, para este produto crítico em análise.

#### 4.1.5 Chouriço

O último produto a ser analisado, foi o Chouriço e foi realizada uma análise estatística, uma ANOVA, para aferir a existência de diferenças significativas entre os 5 lotes analisados (lote U, V, W, X e Y) para a Proteína, Humidade, Lípidos e Sal. No que é referente à Proteína ( $p = 0,298$ ), Humidade ( $p = 0,917$ ) e Lípidos ( $p = 0,315$ ) concluiu-se que não existem diferenças significativas entre os 5 lotes sendo por isso possível considerar todas as análises como pertencentes a um só lote. No parâmetro Sal não foi possível não existirem diferenças significativas entre os lotes, pelo que a amostragem ( $n$ ) ficaria reduzida para menos de 10, logo não foi exequível analisar a repetibilidade (Laboratórios Acreditados, 2006) do parâmetro Sal no Chouriço. Após esta análise preliminar dos resultados obtidos foi possível obter resultados do desempenho do *FoodScan* para o Chouriço apenas para a Proteína, Humidade e Lípidos, estando apresentados na Tabela 10.

**Tabela 10** - Valores referentes ao LOD, LOQ, exatidão (*bias*), precisão (RSD), o desvio padrão da repetibilidade ( $S_r$ ) e o limite de repetibilidade ( $r$ ) do *FoodScan* para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Chouriço.

		Chouriço	
Proteína	LOD		0,539
	LOQ		1,39
	<i>bias</i> (%)		-3,23
	$r$		1,51
	RSD <sub>r</sub> (%)		3,28
	$S_r$ (%)		0,539
Humidade	LOD		1,28
	LOQ		4,26
	<i>bias</i> (%)		-8,70
	$r$		4,62
	RSD <sub>r</sub> (%)		1,65
	$S_r$ (%)		3,61
Lípidos	LOD		1,09

	LOQ	3,64
	r	3,95
	<i>bias</i> (%)	9,64
	RSD, (%)	4,60
	S, (%)	1,41

Anderson (2007), no estudo que realizou, para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no *FoodScan* o valor de S, apresentava-se entre 0,07 % e 0,33 %, entre 0,13 % e 0,56 % e entre 0,05 % e 0,28%, respetivamente. Assim sendo, como conta na Tabela 10 para estes 3 parâmetros os valores experimentais apresentaram-se superiores aos respetivos intervalos mencionados na literatura. Uma justificação para esta diferença prende-se com o facto de existir uma variação entre os diversos produtos analisados no artigo e o Chouriço analisado neste estudo. Mas, associada a esta justificação está o potencial principal motivo, ou seja, a diferença entre o número de amostras analisadas, neste estudo foram realizadas 15 análises ao Chouriço para cada parâmetro nutricional, ao passo que no artigo em questão foram realizadas 1226 análises à Proteína, 1197 à Humidade e 1403 aos Lípidos, logo para fazer face a esta diferença e tornar este estudo mais robusto será necessário aumentar a amostragem.

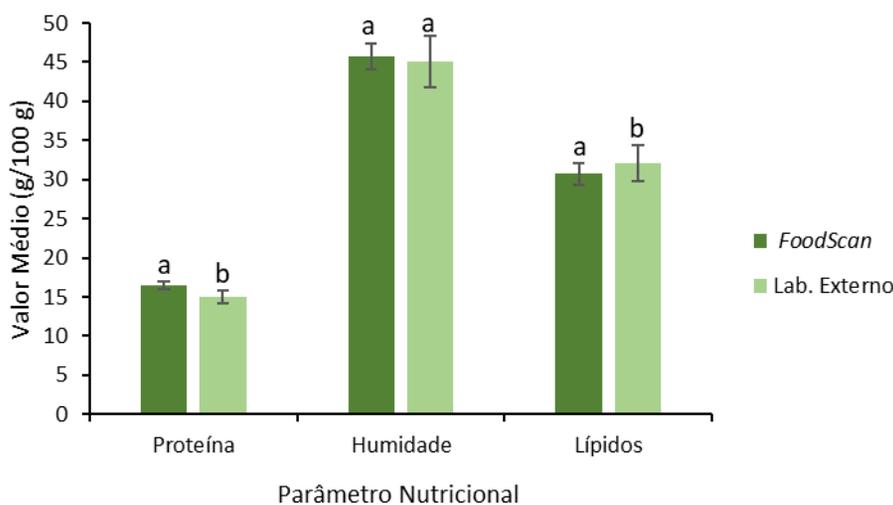
Aferir a repetibilidade do *FoodScan* é essencial e decorreu do cálculo do RSD, que na literatura para a Proteína se apresentava entre 0,35 % e 2,13 %, para Humidade entre 0,23 % e 0,92 % e para os Lípidos entre 0,22 % e 2,67% (Anderson, 2007). Experimentalmente obteve-se para a Proteína 3,28 %, para a Humidade 1,65 % e para os Lípidos 4,60 %, sendo que estes três valores são superiores aos seus respetivos intervalos referidos no artigo de Anderson (2007). Esta diferença pode ser justificada, pela reduzida amostragem deste estudo, o que por sua vez faz salientar o valor dos desvios existentes, sendo que para minimizar esta diferença será necessário analisar uma amostragem maior (Anderson, 2007).

Para aferir a precisão do *FoodScan* o valor de CV em percentagem, que é igual ao RSD, deve ser inferior a 10 % e para a exatidão é com o cálculo do *bias*, o valor deve ser superior a 5% (Laboratórios Acreditados, 2006; Barwick, 2019). Assim, a metodologia do *FoodScan* apresentou-se não exata para Proteína e Humidade e exata para Lípidos. No que é referente à precisão o método apresentou-se preciso para os 3 parâmetros nutricionais.

Adicionalmente, a estas análises realizou-se o *T-test* entre as médias dos valores obtidos nas análises (Tabela 11) efetuadas com recurso ao *FoodScan* e com recurso ao Laboratório Externo para cada um dos 3 parâmetros nutricionais (Figura 14). Como resultados obteve-se um valor de P ( $T \leq t$ ) de  $3,70 \times 10^{-06}$  para a Proteína, 0,512 para Humidade e 0,025 para os Lípidos.

**Tabela 11** - Valores médios e respectivos desvios padrão (g/100 g) das análises a cada um dos 3 parâmetros nutricionais do Chouriço realizadas no *FoodScan* e no Laboratório Externo, segundo metodologias de análise acreditadas.

	Valor médio (g/100 g)	
	<i>FoodScan</i>	Laboratório Externo
Proteína	16,5 ± 0,539	15,1 ± 0,824
Humidade	45,7 ± 1,65	45,0 ± 3,28
Lípidos	30,7 ± 1,41	32,1 ± 2,32



**Figura 14** - Comparação entre os valores médios obtidos para os parâmetros Proteína, Humidade e Lípidos no Chouriço, no *FoodScan* e em Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a,a) indicam que não existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise e as barras de erro com letras diferentes (a, b) indicam a existência de diferenças significativas. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média ± SEM.

Os resultados do *T-test* que estão patentes na Figura 14, permitem perceber a existência de diferenças significativas entre a metodologia do equipamento e a metodologia acreditada de análise para a Proteína e para os Lípidos, logo o *FoodScan* não é equivalente à metodologia de análise acreditada e para aferir acerca da sua validação será necessária a realização de mais análises. Ao passo que o parâmetro Humidade não existem diferenças significativas entre as metodologias de análise e o *FoodScan* evidenciou-se como não sendo exato, assim sendo conclui-se que o *FoodScan* é equivalente à metodologia acreditada, mas para validar a sua utilização, à semelhança dos outros 2 parâmetros nutricionais, é necessária a realização de mais análises ao Chouriço.

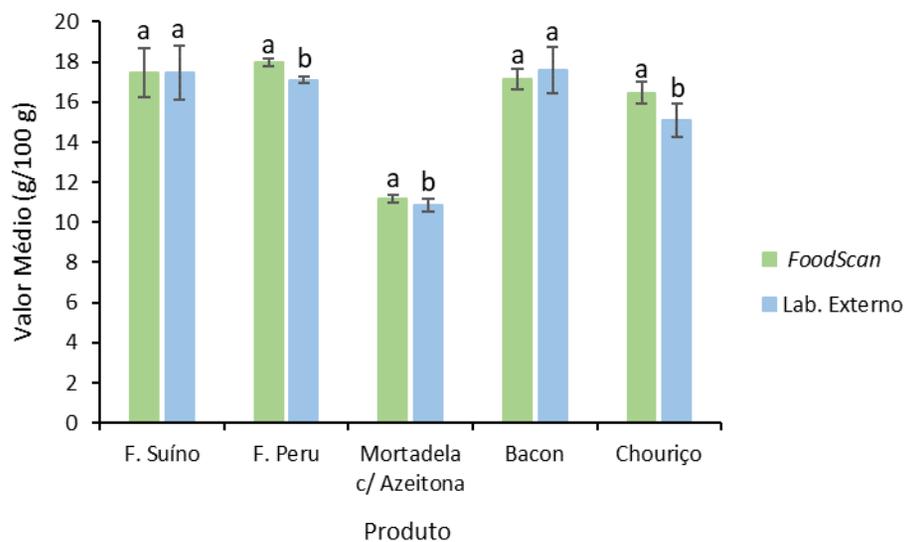
#### 4.2 Validação da metodologia *FoodScan* por Parâmetro Nutricional

A validação do *FoodScan* é o objetivo principal deste projeto, e como tal já foi avaliada a sua repetibilidade, para cada um dos 5 produtos mais críticos da Empresa C e em cada um dos parâmetros nutricionais. Associado a esta análise tornou-se pertinente a avaliação e comparação do *FoodScan* para cada

um dos parâmetros nutricionais, considerando todos os produtos de Charcutaria analisados, com os resultados das análises com recurso às metodologias acreditadas do Laboratório Externo, através de um teste estatístico, o *T-test*. Esta análise contrariamente à anterior não tem em conta a análise das diferenças significativas entre os lotes, uma vez que o objetivo é apenas comparar as duas metodologias de análise e não avaliar o desempenho do *FoodScan* para cada tipologia de produto. Assim, para todos os produtos foram consideradas as 15 análises do *FoodScan* e as 15 análises de Laboratório Externo.

#### 4.2.1 Proteína

O parâmetro Proteína apresentou-se válido para analisar 2 produtos, o Fiambre de Suíno e o Bacon, uma vez que não apresentou diferenças significativas quando comparado com a metodologia acreditada do Laboratório Externo, ao passo que para o Fiambre de Peru, a Mortadela com Azeitona e o Chouriço não foi válido, pois existiram diferenças significativas entre as duas metodologias de análise (Figura 15).

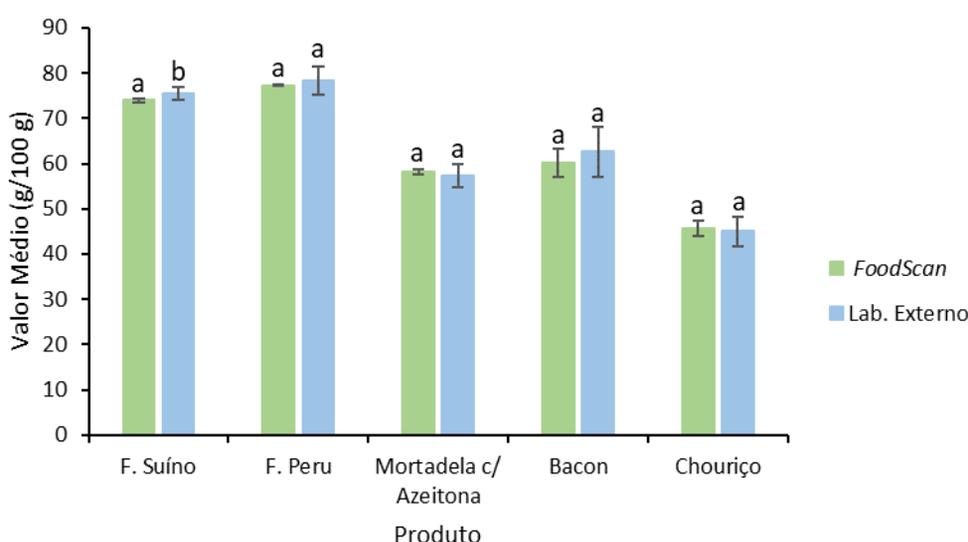


**Figura 15** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Proteína nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM.

Neste parâmetro nutricional e tendo em conta a calibração do equipamento, ou seja, ANN era expectável que a metodologia se coadunasse a analisar estas 5 tipologias de produto (Anderson, 2007). Mas, como esse resultado esperado não foi o obtido neste estudo, sugere assim a necessidade de serem realizados ajustes na calibração do equipamento, de forma a estar apto a analisar de forma verídica obtendo resultados fiáveis para todas as tipologias de produto analisadas neste estudo. Este resultado obtido é muito específico para o estudo aqui realizado, na medida em que depende dos produtos analisados, bem como das metodologias de análise acreditadas utilizadas, pelo que na literatura existente os estudos não se realizaram nestes moldes, sendo assim difícil a sua comparação.

### 4.2.2 Humidade

O segundo parâmetro nutricional analisado foi a Humidade. A avaliação deste parâmetro evidenciou que a sua análise pelo *FoodScan* foi válida para o Fiambre de Peru, a Mortadela com Azeitona, o Bacon e o Chouriço, ou seja 4 dos 5 produtos analisados para os quais não existem diferenças significativas entre este método e o acreditado, efetuado no Laboratório Externo. Adicionalmente, no que é referente ao produto Fiambre de Suíno não foi possível validar o *FoodScan*, uma vez que apresentou diferenças significativas no estudo realizado (Figura 16).



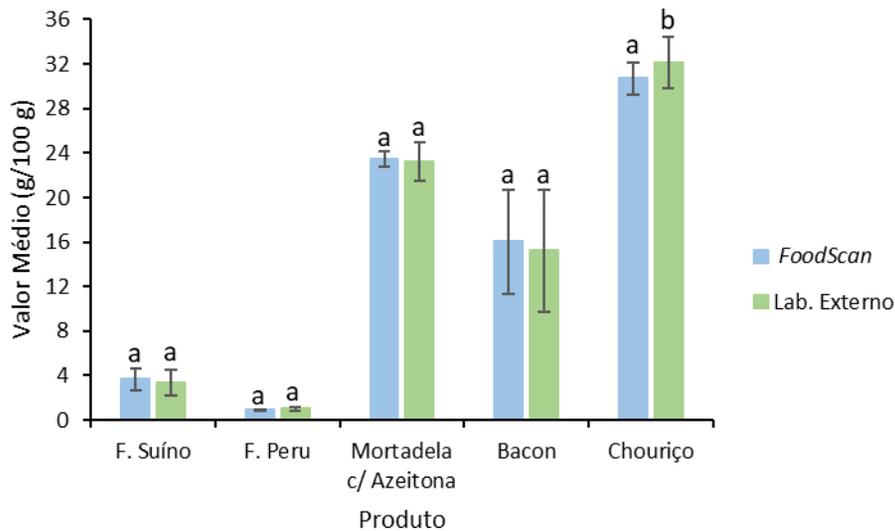
**Figura 16** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Humidade nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM.

Com estes resultados percebeu-se que a metodologia do equipamento para este parâmetro foi validada para 4 dos produtos mais críticos, sendo que as análises ao Fiambre de Suíno devem ser repetidas de forma a esclarecer este resultado, uma vez que para os outros produtos a calibração apresentava-se adequada. Após ser esclarecido o resultado obtido para o produto Fiambre de Suíno será possível aferir sobre a validação do método para este produto.

### 4.2.3 Lípidos

O terceiro parâmetro analisado foram os Lípidos que à semelhança do parâmetro anterior constatou-se ser válido para 4 dos 5 produtos alvo de análise. Assim, foi válido para o Fiambre de Suíno, o Fiambre de Peru, a Mortadela e o Bacon, ou seja, não apresentou diferenças significativas quando comparado com os resultados do Laboratório Externo. Mas para o Chouriço obteve-se como resultado a existência de diferenças significativas entre as metodologias de análise o que evidencia que o *FoodScan* não é válido para esta análise

específica (Figura 17).

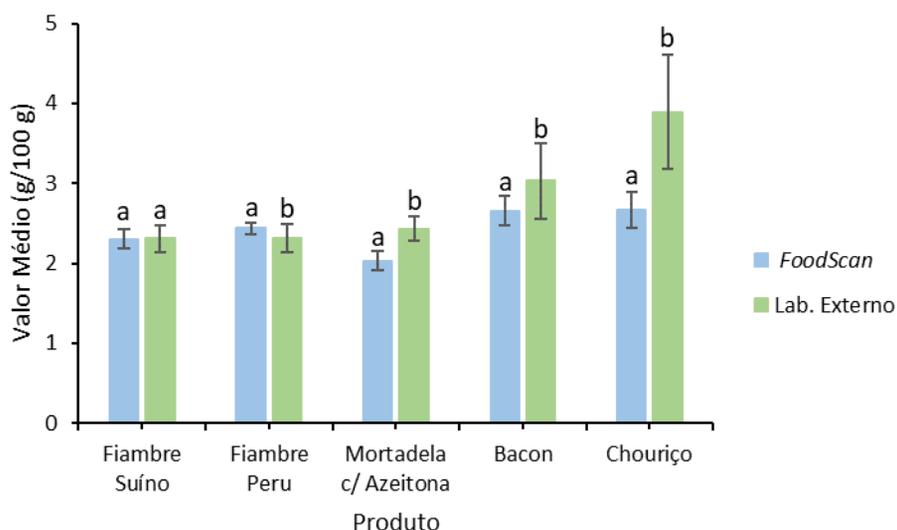


**Figura 17** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Lipídios nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM

Assim, desta análise resulta que a validação do parâmetro Lipídios para as 5 tipologias de produto necessita de ser repetida para o produto Chouriço de forma averiguar se o resultado obtido é verídico ou não. Como tal, após uma nova análise será possível concluir sobre validação da metodologia de análise para o parâmetro Lipídios.

#### 4.2.4 Sal

O último parâmetro em análise foi o Sal, sendo necessária uma análise especial para este parâmetro. Assim sendo, obteve-se como resultados válidos para os produtos Fiambre de Peru, Mortadela Bacon e Chouriço, ou seja, resultados que evidenciaram a existência de diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. E como resultados inválidos para o Fiambre de Suíno, uma vez que não apresenta diferenças significativas quando comparada com a metodologia acreditada (Figura 18).



**Figura 18** - Comparação entre os valores médios obtidos para o parâmetro Sal nos 5 produtos analisados no *FoodScan* e no Laboratório Externo. As barras de erro com letras iguais (a, a) indicam que não existem diferenças significativas, ao passo que as letras diferentes (a, b) indicam que existem diferenças significativas entre as duas metodologias de análise. As análises estatísticas foram realizadas usando *T-test*. Todos os valores foram representados com média  $\pm$  SEM.

Como referido no parágrafo anterior a análise destes resultados para o parâmetro Sal, é diferente na medida em que segundo Anderson (2007) a calibração ANN, aquela que está associada ao equipamento, não foi validada para este parâmetro, ou seja, conclui-se que não é válida para averiguar a constituição de Sal dos produtos. Assim sendo, os resultados obtidos experimentalmente para o Fiambre de Peru, Mortadela com Azeitona, Bacon e Chouriço estão de acordo com o que está descrito na literatura, ao passo que o resultado obtido para o Fiambre de Suíno não é congruente. Logo, para ser possível concluir sobre este parâmetro será necessário repetir a análise para o Fiambre de Suíno, sendo expectável que existam diferenças entre as duas metodologias, uma vez que esta calibração não foi concebida para o parâmetro Sal. Se assim for é de elevada pertinência o desenvolvimento de uma calibração para este parâmetro no *FoodScan*.

## **5. Conclusão**

### **5.1 Considerações Finais**

O objetivo da realização deste projeto foi a validação do *FoodScan* para auxiliar a Empresa C na elaboração de declarações nutricionais, diminuindo assim os gastos elevados com a realização destas análises em Laboratório Externo segundo metodologias acreditadas.

Os resultados obtidos mostraram que, na primeira análise realizada, para os 5 produtos, foi necessário excluir algum dos lotes analisados por apresentarem diferenças significativas comparativamente aos restantes, impossibilitando assim a análise da repetibilidade da Proteína no Fiambre de Suíno, do Sal no Fiambre de Peru, da Humidade, Lípidos e Sal no Bacon e do Sal no Chouriço. Nos casos em que foi possível avaliar a repetibilidade, o *FoodScan* apresentou-se equivalente à metodologia de análise acreditada para Lípidos e Sal no Fiambre de Suíno, Humidade e Lípidos no Fiambre de Peru, Humidade e Lípidos na Mortadela com Azeitona, Proteína no Bacon e Humidade no Chouriço. Mas para todos estes parâmetros nestes produtos, o equipamento mostrou-se como sendo não exato. Logo, como o ideal seria o método ser exato e ser equivalente à metodologia acreditada, com este projeto conclui-se que é necessário o aumento da amostragem para todos os produtos de forma a avaliar de forma fiável a repetibilidade do *FoodScan*.

A outra vertente dos resultados apenas avaliou, segundo o *T-test*, todos os resultados obtidos por parâmetro nutricional, em cada um dos produtos, segundo as duas metodologias de análise, o *FoodScan* e o Laboratório Externo. Assim, desta análise concluiu-se que o equipamento, com a calibração ANN está apto para analisar o teor de Proteína apenas no Fiambre de Suíno e no Bacon, Humidade no Fiambre de Peru, Mortadela com Azeitona, Bacon e Chouriço, Lípidos no Fiambre de Suíno, Fiambre de Peru, Mortadela com Azeitona e Bacon e Sal apenas no Fiambre de Suíno. Estas conclusões permitem aferir a possível necessidade de ajustes na calibração ANN, para o parâmetro Proteína e a elaboração de uma calibração nova para o parâmetro Sal uma vez que, segundo a literatura esta calibração não é adequada para este parâmetro.

Logo, conclui-se que este projeto é de elevada importância para a Empresa C, pelo que este é apenas o início do mesmo, uma vez que o equipamento apresenta resultados promissores, mas necessita da continuação da realização de análises e novas validações para ser possível efetivamente validar o *FoodScan*.

### **5.2 Perspetivas Futuras**

Como perspetivas futuras são apresentados neste capítulo os próximos passos propostos para este projeto.

Em primeiro lugar a realização de mais análises a cada um dos produtos, nos mesmos moldes aqui realizados, mas tendo em conta uma amostragem muito maior, de forma minimizar as diferenças entre lotes

do mesmo produto e a minimizar os desvios existentes. Em segundo lugar alargar a gama de produtos analisados para abranger todo o leque de produtos comercializados pela Empresa C, de forma a perceber o desempenho do equipamento para todos os produtos. Em terceiro lugar complementar a validação do equipamento com o cálculo da reprodutibilidade do mesmo com a realização dos mesmos ensaios, mas com ensaios interlaboratoriais, com vários *FoodScans*, no qual se envia um conjunto de amostras aos diversos laboratórios participantes, os quais realizam os ensaios sobre a mesma amostra, em dias diferentes e com analistas diferentes (Gjerlaug-Enger *et al.*, 2011). Em quarto lugar, seria pertinente a avaliação da necessidade da elaboração de uma calibração específica para o parâmetro Sal, uma vez que a calibração do equipamento não é adequada para o mesmo segundo Anderson (2007) e corroborada com os resultados experimentais deste projeto. Por último, e numa vertente mais inerente ao próprio funcionamento do equipamento a avaliação da possibilidade de ser possível selecionar em vez de “carne” aquando da análise da amostra, ser possível selecionar por tipologia de produto, e permitir ao equipamento saber que a matriz a ser analisada não é apenas carne, mas sim, por exemplo uma Mortadela com Azeitona.

Com estas perspetivas futuras, fica perceptível a pertinência da continuação deste projeto bem como um conjunto de etapas necessárias para avaliar de forma confiável o equipamento *FoodScan*.

## Bibliografia

Anderson, S. (2007). Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan near-infrared spectrophotometer with FOSS artificial neural network calibration model and associated database: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 90(4), 1073-1083.

ASAE (2023). *Rotulagem de Géneros Alimentícios*. Acedido em 2 de junho de 2023, em: <https://www.asae.gov.pt/perguntas-frequentes1/area-alimentar/rotulagem/rotulagem-de-generos-alimenticios.aspx>

Baltic, M. Z., & Boskovic, M. (2015). When man met meat: meat in human nutrition from ancient times till today. *Procedia Food Science*, 5, 6-9.

Baptista, P., Pinheiro, G. & Alves, P. (2003a). *Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar. Guimarães: Forvisão*.

Baptista, P., & Venâncio, A. (2003). Os perigos para a segurança alimentar no processamento de alimentos.

Barwick, V. (2019). *Planning and Reporting Method Validation Studies* - Supplement to Eurachem Guide on the Fitness for Purpose of Analytical Methods. Eurachem

Beć, K. B., Grabska, J., & Huck, C. W. (2022). Miniaturized NIR spectroscopy in food analysis and quality control: Promises, challenges, and perspectives. *Foods*, 11(10), 1465.

Carvalho, J. R. D. S. (2014). *Revisão e melhoria de um sistema de segurança alimentar HACCP num Supermercado* (Tese de Mestrado). Universidade do Minho, Braga.

De Marchi, M., Manuelian, C. L., Ton, S., Manfrin, D., Meneghesso, M., Cassandro, M., & Penasa, M. (2017). Prediction of sodium content in commercial processed meat products using near infrared spectroscopy. *Meat science*, 125, 61-65.

Dias, B. J. D. (2021). *Estudo da qualidade microbiológica de produtos de charcutaria* (Tese de Mestrado). Universidade Católica Portuguesa, Porto.

FAO e WHO. (2023). *General Principles of Food Hygiene*. Codex Alimentarius Code of Practice, No.CXC 1-1969. Codex Alimentarius Commission. Rome.

Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2005). Meat products as functional foods: A review. *Journal of food science*, 70(2), R37-R43.

Gjerlaug-Enger, E., Kongsro, J., Aass, L., Ødegård, J., & Vangen, O. (2011). Prediction of fat quality in pig carcasses by near-infrared spectroscopy. *Animal*, 5(11), 1829-1841.

Guiomar, S. L., & de Almeida, M. D. V. (1993). Rotulagem alimentar e nutricional. Um inquérito aos consumidores. *Rev. Port. Nutr*, 5(3), 15-31.

Hui, Y. H., Nip, W. K., Nollet, L. M., Paliyath, G., & Simpson, B. K. (Eds.). (2008). *Food biochemistry and food processing*. John Wiley & Sons.

IFS (2023). *IFS Food, Standard for assessing product and process compliance in relation to food safety and quality*. Versão 8.

Kartakoullis, A., Comaposada, J., Cruz-Carrión, A., Serra, X., & Gou, P. (2019). Feasibility study of smartphone-based Near Infrared Spectroscopy (NIRS) for salted minced meat composition diagnostics at different temperatures. *Food chemistry*, 278, 314-321.

Laboratórios Acreditados, A. P. (2006). Guia Relacre 13: Validação de Métodos Internos de Ensaio em Análise Química. Fevereiro 2000. *Relacre Editor. Lisboa*.

Magnusson, B. e Örnemark, U. (2014). Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods – A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics, (2<sup>nd</sup> ed. 2014). Disponível em [www.eurachem.org](http://www.eurachem.org).

Martins, E. M. T. G. (2017). *Controlo de qualidade: gestão de equipamentos e auditorias técnicas a métodos de ensaio* (Doctoral dissertation, Universidade do Porto (Portugal)).

Matos, P. (2020). *Charcutaria em Portugal: "the survival of the fittest"?*. Acedido em: 6 de junho de 2023, em: <https://grandeconsumo.com/charcutaria-em-portugal-the-survival-of-the-fittest/>

- Miller, J., & Miller, J. C. (1993). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*. Pearson education.
- Molina, R. E., Bohrer, B. M., & Mejia, S. M. V. (2023). Phosphate alternatives for meat processing and challenges for the industry: a critical review. *Food Research International*, 112624.
- NP 589 (2008). *Norma Portuguesa para Chouriço de carne: Definição, classificação, características e acondicionamento*. Instituto Português da Qualidade, Ministério da Industria e Energia. Lisboa.
- NP 4393 (2001). *Norma Portuguesa para Fiambre: Definição e características*. Instituto Português da Qualidade, Ministério da Industria e Energia. Lisboa.
- NP 720 (2009). *Norma Portuguesa para Carnes, derivados e produtos cárneos Mortadela: Definição, classificação, características e acondicionamento*. Instituto Português da Qualidade, Ministério da Industria e Energia. Lisboa.
- NP 589 (2008). *Norma Portuguesa para Toucinho fumado ou bacon: Definição, classificação e características*. Instituto Português da Qualidade, Ministério da Industria e Energia. Lisboa.
- Pereira, B. V. C. (2018). *Implementação do Referencial IFS e a sua integração com a NP EN ISO 22000: 2005 numa indústria transformadora de carnes* (Tese de Mestrado). Universidade do Minho, Braga.
- Pereira, A. R. E. (2019). *Avaliação da eficácia do sistema de gestão de segurança alimentar da "Empresa de carnes"* (Tese de Mestrado). Universidade do Minho, Braga.
- Perez-Palacios, T., Salas, A., Muñoz, A., Ocana, E. R., & Antequera, T. (2022). Sodium chloride determination in meat products: Comparison of the official titration-based method with atomic absorption spectrometry. *Journal of Food Composition and Analysis*, 108, 104425.
- Prieto, N., Pawluczyk, O., Dugan, M. E. R., & Aalhus, J. L. (2017). A review of the principles and applications of near-infrared spectroscopy to characterize meat, fat, and meat products. *Applied spectroscopy*, 71(7), 1403-1426.
- Riovanto, R., De Marchi, M., Cassandro, M., & Penasa, M. (2012). Use of near infrared transmittance spectroscopy to predict fatty acid composition of chicken meat. *Food Chemistry*, 134(4), 2459-2464.
- Santos, A. (2015). *Manual do Formando - Higiene e Segurança Alimentar*. Consultado em 27 maio 2023. Disponível em [https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48008/mod\\_resource/content/0/Manual\\_formando\\_HACCP.pdf](https://elearning.iefp.pt/pluginfile.php/48008/mod_resource/content/0/Manual_formando_HACCP.pdf)
- Schober, P., Bossers, S. M., & Schwarte, L. A. (2018). Statistical significance versus clinical importance of observed effect sizes: what do P values and confidence intervals really represent?. *Anesthesia and Analgesia*, 126(3), 1068.
- Simal, S., Benedito, J., Clemente, G., Femenia, A., & Rosselló, C. (2003). Ultrasonic determination of the composition of a meat-based product. *Journal of Food Engineering*, 58(3), 253-257.
- Soren, N. M., & Biswas, A. K. (2020). Methods for nutritional quality analysis of meat. In *Meat Quality Analysis* (pp. 21-36). Academic Press.
- Tang, X., Xie, L., Liu, S., Chen, Z., Rao, L., Chen, L., ... & Huang, L. (2022). Extensive evaluation of prediction performance for 15 pork quality traits using large scale VIS/NIRS data. *Meat Science*, 192, 108902.
- Taylor, J. K. (1987). *Quality assurance of chemical measurements*. CRC Press.
- Toldrá, F. (Ed.). (2010). *Handbook of meat processing*. John Wiley & Sons.
- Trienekens, J., & Zuurbier, P. (2008). Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *International journal of production economics*, 113(1), 107-122.
- Troy, D. J., & Kerry, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat science*, 86(1), 214-226.
- Van Boekel, M., Fogliano, V., Pellegrini, N., Stanton, C., Scholz, G., Lalljie, S., ... & Eisenbrand, G. (2010). A review on the beneficial aspects of food processing. *Molecular nutrition & food research*, 54(9), 1215-1247.
- Ziadi, A., Maldague, X., Saucier, L., Duchesne, C., & Gosselin, R. (2012). Visible and near-infrared

light transmission: A hybrid imaging method for non-destructive meat quality evaluation. *Infrared Physics & Technology*, 55(5), 412-420.

**Anexos**

**A 1 - Relatório de Manutenção do Equipamento**

**Check with Service Software**

OK	Action																																
✓	Run complete (mark all) automatic test and note any abnormalities. Compare with previous reports if available																																
✓	Check the report for Grating information CycleDiff:..... CycleMin:..... limit = -25 CycleMax: .....limit = 25 CycleTime: ..... 1.3<limit<2.3																																
✓	Check the report for Detector Offset and Noise Note highest mean value: Gain ..... Mean..... limit = 2000 Note highest SD value compared to limits: Gain ..... SD.....limits: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Gain</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> <th>11</th> <th>12</th> <th>13</th> <th>14</th> <th>15</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Limit</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1.5</td> <td>1.5</td> <td>2</td> <td>2.5</td> <td>4.5</td> <td>8.5</td> <td>15</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>	Gain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Limit	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	2	2.5	4.5	8.5	15	30
Gain	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15																		
Limit	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	2	2.5	4.5	8.5	15	30																		
✓	Check Lamp Power Setting. If below 92% an aperture need to be installed. See TN1355 for details LampPowerSetting: .....																																
✓	Check Lamp Power Setting Max reading. Max: .....Limit is 42750 but if value is below 50000 lamp must be replaced or aperture removed and test should be repeated after new lamp is fully warm																																
✓	Check that Air Stability Simple is OK																																
✓	Check that Air Stability (long) is OK																																
	Comments:																																

**Check and Adjustments if using ISIScan**

Step	Action	OK
1	Ensure customer has backup and database maintenance procedure in place. Advice customer if necessary	✓
2	Check version of ISIScan. If not latest recommend upgrade ISIScan version: .....	✓

Preventive Maintenance Protocol, 6002 3996 / Rev. 3

3(4)

**Figura 19** - Descrição das etapas executadas na manutenção preventiva que foi realizada ao *FoodScan*, para aferir o estado do mesmo.

## A 2 - Exemplo do Excel extraído do FoodScan

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

NIR ANALYSIS REPORT		Date Processed:	quinta-feira, 6 de abril de 2023 Individual Sample Views / Subsamples and Average Value per Sample					
Come				Gordura	Humidade	Proteína	Sal	
	06-04-2023	15:25	Mortadela C/ AZ tese um 01	Average	24,21	58,06	11,56	1,97
	06-04-2023	15:26	Mortadela C/ AZ tese um 02	Average	24,34	57,93	11,32	1,88
	06-04-2023	15:29	Mortadela C/ AZ tese um 03	Average	24,36	57,96	11,17	1,84

**Figura 20** - Representação de uma folha *Excel* extraída do *FoodScan* neste caso, de uma análise a um dos lotes da Mortadela com Azeitona.

### A 3 - Tabela com a compilação dos Resultados Brutos

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)
Fiambre de Suíno	A	Proteína	18,9	19,1
			18,9	18,5
			18,8	18,8
		Humidade	74,0	74,4
			73,8	79,9
			73,7	73,1
		Lípidos	2,85	2,00
			2,84	3,00
			2,88	3,70
		Sal	2,06	2,10
			2,22	2,15
			2,28	1,95
	B	Proteína	16,3	14,9
			16,2	16,8
			16,3	16,6
		Humidade	73,6	76,8
			73,7	75,7
			73,7	75,5
		Lípidos	4,81	5,00
			4,69	3,40
			4,82	3,60
		Sal	2,41	2,33
			2,46	2,23
			2,44	2,24
	C	Proteína	16,7	16,1
			16,6	16,5
			16,8	16,8
		Humidade	73,7	74,8
			73,8	74,5
			73,9	75,4
		Lípidos	4,17	5,30
			4,19	4,50
			4,20	4,20
		Sal	2,36	2,38
			2,38	2,18
			2,18	2,43
D	Proteína	18,8	19,0	
		18,8	19,1	
		18,8	19,0	
	Humidade	74,5	75,6	
			74,5	74,7

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)	
			74,6	75,6	
		Lípidos	2,34	1,70	
			2,31	2,10	
			2,32	1,60	
		Sal	2,27	2,45	
			2,18	2,43	
			2,30	2,53	
		E	Proteína	16,4	16,6
				16,4	17,1
	16,4			16,4	
	Humidade		73,8	75,7	
			73,7	74,7	
			73,9	75,8	
	Lípidos		4,19	4,30	
			4,28	3,10	
			4,18	3,30	
	Sal		2,22	2,55	
			2,46	2,38	
			2,31	2,35	
	Fiambre de Peru	F	Proteína	17,7	17,0
				17,8	17,2
17,8				16,8	
Humidade			77,2	77,0	
			77,2	78,2	
			77,2	88,5	
Lípidos			0,930	0,900	
			1,00	0,900	
			0,980	0,700	
Sal		2,46	2,35		
		2,48	2,38		
		2,50	2,50		
G		Proteína	18,3	17,2	
			18,2	17,1	
			18,2	17,3	
		Humidade	77,0	74,2	
			77,0	77,3	
			77,0	77,3	
		Lípidos	0,830	1,10	
			0,850	1,00	
			0,760	0,900	
Sal	2,45	2,08			
	2,36	2,15			
	2,39	2,13			

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)
	H	Proteína	17,8	17,2
			18,0	16,8
			17,9	17,2
		Humidade	77,2	77,4
			77,2	76,2
			77,4	77,7
		Lípidos	0,980	0,800
			1,02	0,800
			0,950	1,00
		Sal	2,60	2,14
			2,45	2,11
			2,41	2,19
	I	Proteína	17,9	16,9
			17,9	17,0
			17,9	16,9
		Humidade	77,4	78,0
			77,3	78,1
			77,5	77,6
		Lípidos	0,830	1,30
			0,870	1,40
			0,840	1,10
		Sal	2,40	2,35
			2,44	2,60
			2,28	2,60
	J	Proteína	17,9	17,1
			17,7	17,2
			17,8	17,0
		Humidade	77,4	77,6
			77,5	77,9
			77,6	80,1
Lípidos		0,900	1,20	
		0,840	1,00	
		0,870	1,00	
Sal		2,39	2,33	
		2,48	2,48	
		2,49	2,33	
Bacon	K	Proteína	17,2	17,8
			17,3	16,2
			17,2	17,1
		Humidade	61,3	59,1
			61,5	59,6
			61,3	61,7
		Lípidos	14,6	16,8

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)
			14,3	18,0
			14,5	16,9
		Sal	2,56	2,83
			2,65	2,85
			2,58	2,65
	L	Proteína	16,5	19,8
			16,5	17,3
			16,5	17,2
		Humidade	61,9	66,6
			62,0	70,2
			61,9	77,5
		Lípidos	13,9	9,30
			14,1	4,90
			13,7	7,50
		Sal	2,59	3,60
			2,78	3,48
			2,50	3,75
	M	Proteína	16,9	17,1
			16,8	16,5
			16,9	16,0
		Humidade	54,8	58,8
			54,9	59,5
			54,8	54,4
		Lípidos	22,8	17,7
			23,0	26,0
			23,0	20,9
	Sal	2,54	2,63	
		2,52	2,38	
		2,62	3,38	
	N	Proteína	18,8	19,5
			17,9	18,3
			18,0	19,2
		Humidade	63,8	63,7
			63,9	62,0
			63,9	64,5
		Lípidos	9,91	10,8
			9,95	14,4
			9,77	11,7
	Sal	3,01	3,28	
		2,99	3,58	
2,97		3,35		
O	Proteína	16,6	17,1	
		16,7	16,8	

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)		
		Humidade	16,7	17,3		
			58,8	59,6		
			58,8	61,1		
		Lípidos	58,6	60,1		
			18,6	18,0		
			18,8	17,3		
		Sal	19,0	18,3		
			2,47	2,60		
			2,55	2,50		
		Mortadela com Azeitona	P	Proteína	2,51	2,60
					11,5	11,1
					11,3	10,7
Humidade	11,1			11,1		
	58,0			57,0		
	57,9			57,2		
Lípidos	57,9			58,0		
	24,2			25,2		
	24,3			22,8		
Sal	24,3			24,2		
	1,97			2,35		
	1,88			2,28		
Q	Proteína		1,84	2,48		
			10,9	10,6		
			10,9	10,8		
	Humidade		10,8	10,5		
			57,4	60,8		
			57,3	57,2		
	Lípidos		57,3	57,3		
			24,1	18,8		
			24,1	24,0		
	Sal		24,2	24,9		
			2,17	2,38		
			2,04	2,50		
R	Proteína	2,26	2,30			
		11,1	11,1			
		11,2	11,1			
	Humidade	11,2	10,9			
		59,1	58,7			
		59,0	59,1			
	Lípidos	59,0	58,8			
		22,3	21,4			
		22,4	22,7			
			22,5	22,8		

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)
		Sal	2,17	2,58
			2,05	2,38
			2,16	2,75
	S	Proteína	11,3	10,6
			11,3	10,5
			11,2	10,1
		Humidade	58,2	56,8
			58,4	57,7
			58,2	55,3
		Lípidos	23,3	23,4
			23,3	23,8
			23,3	23,0
		Sal	1,94	2,35
			1,93	2,55
			1,96	2,65
	T	Proteína	11,0	11,3
			11,1	10,8
			11,1	10,6
		Humidade	58,4	59,3
			58,5	49,9
			58,5	55,1
		Lípidos	23,3	26,1
			23,2	22,7
			23,2	22,9
		Sal	2,02	2,24
			1,99	2,50
			2,04	2,21
Chouriço	U	Proteína	15,9	14,6
			16,0	16,6
			16,2	14,5
		Humidade	43,3	42,5
			43,5	53,3
			43,0	42,3
		Lípidos	31,2	36,9
			30,9	29,1
			31,4	31,9
	Sal	2,83	4,98	
		3,09	5,43	
		3,01	4,53	
	V	Proteína	16,9	15,0
			16,8	14,4
			17,0	16,0
		Humidade	47,7	45,4

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)	
			47,6	45,4	
			47,2	45,1	
		Lípidos	28,3	31,6	
			28,3	29,9	
			28,9	32,5	
		Sal	2,81	3,88	
			2,83	3,93	
			2,90	4,03	
		W	Proteína	15,7	13,9
				15,7	14,5
				15,4	13,8
			Humidade	46,9	38,7
	46,6			45,9	
	46,7			47,6	
	Lípidos		30,2	31,1	
			30,8	31,1	
			30,9	29,0	
	Sal		2,51	4,23	
			2,49	4,03	
			2,47	4,05	
	X	Proteína	16,8	14,6	
			16,7	15,5	
			17,0	16,0	
		Humidade	44,3	41,7	
			43,9	45,8	
			44,7	43,9	
		Lípidos	32,6	36,1	
			33,2	32,2	
			31,9	34,7	
		Sal	2,46	3,33	
			2,41	3,00	
			2,56	3,00	
	Y	Proteína	16,6	15,4	
			16,7	14,5	
			16,7	15,8	
		Humidade	46,2	45,7	
			46,0	47,6	
			46,5	44,2	
		Lípidos	30,5	33,2	
			30,7	30,7	
			29,9	31,7	
		Sal	2,48	3,10	
2,59			3,68		

Produto	Lote	Parâmetro	Resultado <i>FoodScan</i> (g/100 g)	Resultado Laboratório Externo (g/100 g)
			2,56	3,20