

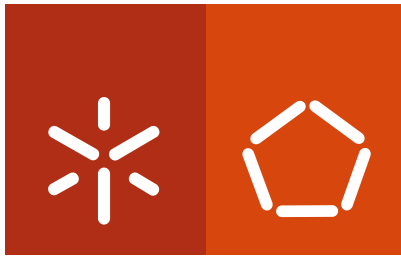


**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Fernando Pereira da Fonseca

**Um modelo baseado em agentes para  
simular políticas de ordenamento de áreas  
de acolhimento empresarial:  
o caso da rede do Quadrilátero Urbano**





**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Fernando Pereira da Fonseca

**Um modelo baseado em agentes para  
simular políticas de ordenamento de áreas  
de acolhimento empresarial:  
o caso da rede do Quadrilátero Urbano**

Tese de Doutoramento em Engenharia Civil

Trabalho realizado sob a orientação do  
**Professor Doutor Rui Ramos**

e coorientação do  
**Professor Doutor Antônio Néilson**

novembro de 2013

Nome: Fernando Pereira da Fonseca Endereço  
eletrónico: ffonseka@gmail.com  
Telemóvel: 962356243

Título da tese: Um modelo baseado em agentes para simular políticas de ordenamento de áreas de acolhimento  
empresarial: o caso da rede do Quadrilátero Urbano

Orientadores: Professor Doutor Rui Ramos  
Professor Doutor António Nélsion

Ano de conclusão da tese: 2013

Tese de Doutoramento em Engenharia Civil

**É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE  
INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL  
SE COMPROMETE**

Universidade do Minho, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

(Fernando Pereira da Fonseca)

*Um homem é tanto mais rico de humanidade  
quanto mais puder ensarilhar as coisas simples.*

Vergílio Ferreira



## **Agradecimentos**

Na redação desta tese houve o contributo de diferentes pessoas e instituições, sem o qual não teria sido possível alcançar os resultados obtidos.

O primeiro agradecimento é endereçado ao Professor Rui Ramos. Foi dele que partiu o repto para iniciar esta caminhada e foi ele o principal mentor do tema analisado. Uma palavra de apreço ainda pela supervisão e pelo seu contributo científico, que não obstante as múltiplas solicitações resultantes da sua apertada agenda de trabalho, nunca relegou para segundo plano.

Os agradecimentos são extensivos ao Professor Antônio Nélon, pelo apoio científico prestado e pela sua visão crítica e pelas sugestões, que muito contribuíram para enriquecer esta tese.

Gostaria de mostrar a minha gratidão à forma solícita como diversas entidades responderam aos meus pedidos de informação diversa, nomeadamente:

- À Câmara Municipal de Barcelos, em especial ao Arq. Carlos Cunha e ao Dr. Miguel Pereira;
- À Câmara Municipal de Braga, em especial ao Arq. Octávio Oliveira;
- À Câmara Municipal de Guimarães, em especial à Dr<sup>a</sup> Raquel Soares;
- À Câmara Municipal de Vila Nova de Famalicão, em especial à Arq. Francisca Magalhães.

Às várias dezenas de empresários contactados, o meu muito obrigado pela forma gentil e empenhada como colaboraram com o estudo, quer ao nível da resposta aos inquéritos, quer ainda na prestação de informações sobre as áreas de acolhimento empresarial.

Não poderia deixar de registar as boas condições e o bom ambiente de trabalho proporcionado pelo Grupo Disciplinar de Planeamento. A todos os seus elementos efetivos e a todos os que passaram por lá no decurso desta investigação, uma palavra de apreço pelo bom ambiente criado, pelos incentivos encorajadores e pela ajuda dada em momentos mais críticos.

Gostaria ainda de expressar a minha gratidão ao Professor Eric Daudé pelo precioso auxílio prestado durante a fase da programação do modelo.

Uma palavra de gratidão ainda para a Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo financiamento através da bolsa SFRH/BD/48567/2008, sem o qual não teria sido possível a realização desta tese.

Por último, uma sentida homenagem a todos aqueles a quem, por incumbências resultantes de um trabalho desta envergadura, tive menos tempo que pudesse dedicar.





## Resumo

A distribuição espacial das atividades económicas e, em particular das empresas, é um tema que tem estado no topo das preocupações do planeamento do território pelas suas fortes implicações económicas e sociais. Por isso, as entidades que gerem o território têm-se esforçado por atrair empresas através da disponibilização de espaços qualificados para o efeito - as áreas de acolhimento empresarial (AAE's), que encerram objetivos de natureza económica, territorial e ambiental. Um planeamento adequado é uma condição fundamental para que um espaço empresarial registre uma elevada taxa de ocupação de empresas. Um mau planeamento, por seu lado, repele as empresas e obriga a esforços/custos adicionais para tornar estes espaços atrativos. Estas questões tornam-se ainda mais pertinentes quando estão em causa políticas públicas que têm contribuído para aumentar a oferta de AAE's. Esse foi o caso do que aconteceu em Portugal ao longo das últimas décadas, o que torna esse contexto particularmente interessante para o estudo em questão.

O objetivo da investigação foi o de desenvolver um modelo baseado em agentes para testar o impacto que diferentes políticas podem ter na melhoria da atratividade das AAE's do Quadrilátero Urbano, designação dada a uma rede constituída pelos municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. O estudo identificou 79 AAE's com condições de atratividade muito diversas, integrando-se a maior parte delas na tipologia de parques industriais. As políticas simuladas, através da plataforma NetLogo, diferem no nível de qualificação e de coordenação com que são aplicadas nas AAE's. Os impactos das políticas foram avaliados através da simulação de cinco cenários: 1) contexto de baixa qualificação das AAE's; 2) qualificação seletiva das AAE's; 3) qualificação geral das AAE's; 4) implementação das estratégias previstas pelos municípios; 5) simulação dinâmica com todas as empresas.

Além disso, com o modelo procurou-se validar um conjunto de hipóteses sobre a implicação das políticas nas AAE's. As hipóteses consideradas foram: 1) a coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento da atratividade de todas as AAE's; 2) a coordenação supramunicipal das políticas conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE's nos municípios; 3) a coordenação supramunicipal das políticas gera uma diminuição da dispersão das empresas de igual forma nos quatro municípios; 4) as políticas de qualificação das AAE's provocam um aumento da taxa de ocupação de todas as AAE's; 5) as políticas de promoção de espaços empresariais desqualificados e dispersos são ineficazes na atração de empresas.

Os resultados obtidos mostram que uma política de (re)qualificação se traduz num aumento do número de AAE's atrativas, do número de empresas instaladas e do número de lotes/pavilhões ocupados pelas empresas. Estes benefícios aplicam-se tanto no caso da requalificação das AAE's já instaladas, como no caso dos espaços previstos para o futuro. Além disso, se as políticas de (re)qualificação das AAE's forem implementadas de uma forma coordenada, os impactos serão mais positivos do que se os municípios prosseguirem com políticas individuais. A coordenação é, portanto, fundamental para reforçar a competitividade dos territórios que pretendem afirmar-se em rede.

No entanto, a conclusão mais importante revela que uma política integrada de qualificação poderá ter impactos diferenciados à escala local, pois nem todas as AAE's se tornam atrativas para as empresas. A simulação demonstrou que os espaços com má localização e com baixos níveis de qualificação são repulsivos para as empresas, mesmo se forem sujeitos a um conjunto de melhorias ao nível das infraestruturas e das amenidades. Neste caso, os resultados mostram que a política de promoção de AAE's dispersas e com baixos níveis de qualificação é ineficiente na atração de empresas. Estas ilações poderão, assim, ser um contributo importante para nortear as políticas de ordenamento preconizadas para as AAE's, com o objetivo de reforçar a competitividade dos territórios e das empresas.

Palavras-chave: Sistemas multiagentes, Modelos baseados em agentes, Áreas de acolhimento empresarial, Empresas, Quadrilátero Urbano.

## **Abstract**

The spatial distribution of economic activities and, in particular, of firms is a topic widely studied in territory planning for its strong economic and social implications. For that reason, the entities that manage the territory have made significant efforts to attract firms by offering specific areas for this purpose - the industrial estates, which encompass economic, territorial and environmental goals. Appropriate planning is an essential condition for the success of an industrial estate, towards assuring a high level of occupancy. On the other hand, inadequate planning can make these spaces unattractive to firms, requiring additional costs and efforts in order to improve its competitiveness. These issues are even more critical as public policies have contributed to increase the offer of industrial estates. This is the case of Portugal in recent decades, hence this issue is particularly interesting in the scope of the current study.

The goal of this research is the development of an agent-based model to assess the impact of different policies in the attractiveness of the industrial estates located in the *Quadrilátero Urbano*, designation given to a network composed by the Portuguese municipalities of Barcelos, Braga, Guimarães and Vila Nova de Famalicão. The study identified 79 industrial estates with different attractiveness conditions, the majority of which are classified as industrial parks. The policies were simulated through the NetLogo toolkit and can be distinguished by the level of qualification and coordination implemented by the municipalities. The impact of these policies were evaluated through the simulation of the five following scenarios: 1) low level of qualification of the industrial estates; 2) selective qualification of the industrial estates; 3) general qualification of all industrial estates; 4) implementation of the strategies defined by the municipalities; 5) dynamic simulation with all the firms.

Furthermore, the model was developed to validate a set of five hypotheses in the implication of the policies adopted in the industrial estates. The following hypotheses were considered: 1) the supramunicipal coordination of the policies increases the attractiveness of all industrial estates; 2) the supramunicipal coordination of the policies leads to a similar occupancy pattern of the estates in all municipalities; 3) the supramunicipal coordination of the policies generates an even reduction of the sprawl of firms in the four municipalities; 4) the qualification policies increase the occupancy rate in all estates; 5) the policies of promotion of diffused estates with low levels of qualification are inefficient tools to attract firms.

Results show that the adoption of a qualification policy has a positive impact in the performance of the industrial estates, improving the number of attractive estates, the number of relocated firms and the number of plots occupied by firms. These benefits encompass both the existing estates, as well as the predicted new sites. In addition, the model demonstrated that if these policies are implemented in a coordinated manner, the impact will be greater than if municipalities individually pursue their initiatives. Thus, the coordination and the adoption of supramunicipal planning principles are essential to strengthen the competitiveness of territories that aim to grow as a network.

However, the most important outcome shows that the adoption of a coordinated qualification policy can produce different impacts at a local/municipal scale, as some industrial estates remain unattractive to firms. The simulation demonstrated that the estates with worst location and with low coverage of facilities and amenities remain repulsive to firms even if subjected to an upgrade. In this case, the model clearly validated the hypothesis that the promotion of dispersed industrial estates with low levels of qualification is an inefficient policy to attract firms. These conclusions can provide an important contribution to guide planning policies directed to industrial estates with the aim of enhancing its territorial and entrepreneurial competitiveness.

Key words: Multi-agent systems, Agent-based models, Industrial estates, Firms, Cuadrilátero Urbano.

## Índice

|  |     |
|--|-----|
| 1. Introdução.....   | 1   |
| Parte I: Revisão do estado de arte.....  | 7   |
| 2. O acolhimento empresarial no planeamento do território.....                                 | 8   |
| 2.1. Localização empresarial: teorias e estudos.....   | 8   |
| 2.2. Os fatores e o processo de localização das empresas.....                                  | 14  |
| 2.3. Origens, motivações e evolução do conceito de área de acolhimento empresarial.....        | 25  |
| 2.4. Os fatores críticos de sucesso para uma AAE.....  | 29  |
| 2.5. As tipologias das áreas de acolhimento empresarial.....                                   | 33  |
| 2.5.1. Parques industriais e ecoparques industriais.....                                       | 35  |
| 2.5.2. Parques empresariais/ Parques de negócios.....  | 39  |
| 2.5.3. Parques comerciais.....   | 41  |
| 2.5.4. Parques tecnológicos.....   | 41  |
| 2.5.5. Parques de ciência e tecnologia.....  | 43  |
| 2.6. As políticas públicas para o acolhimento empresarial em Portugal e os seus impactos.....  | 43  |
| 2.7. Orientações das políticas para o acolhimento empresarial na região norte de Portugal..... | 48  |
| 2.8. O papel do acolhimento empresarial nas políticas territoriais em síntese.....             | 51  |
| 3. Os Sistemas multiagentes.....   | 53  |
| 3.1. Origem dos sistemas multiagentes.....   | 53  |
| 3.2. Características gerais dos sistemas multiagentes.....                                     | 54  |
| 3.2.1. Os agentes.....   | 56  |
| 3.2.2. O ambiente.....   | 59  |
| 3.3. Tipos de interação em sistemas multiagentes.....  | 61  |
| 3.4. Tipos de linguagem utilizadas nos sistemas multiagentes.....                              | 65  |
| 3.4.1. Linguagens de Comunicação de Agentes (LCA).....   | 65  |
| 3.4.2. Linguagens de Programação Orientada a Agentes (POA).....                                | 66  |
| 3.5. Ontologias nos sistemas multiagentes.....   | 68  |
| 3.6. Arquiteturas de sistemas multiagentes.....  | 69  |
| 3.6.1. A arquitetura deliberativa.....   | 70  |
| 3.6.2. A arquitetura reativa.....  | 72  |
| 3.6.3. A arquitetura híbrida.....  | 73  |
| 3.7. Os sistemas multiagentes em síntese.....  | 74  |
| 4. A utilização dos sistemas multiagentes.....   | 76  |
| 4.1. Áreas e exemplos de utilização dos sistemas multiagentes.....                             | 76  |
| 4.2. A utilização dos sistemas multiagentes no planeamento do território.....                  | 79  |
| 4.2.1. Sistemas multiagentes e modelos baseados em agentes: uma clarificação conceptual.....   | 80  |
| 4.2.2. Vantagens e desvantagens dos modelos baseados em agentes aplicados ao território.....   | 81  |
| 4.2.3. O processo de construção de um modelo baseado em agentes.....                           | 84  |
| 4.2.4. As plataformas de simulação: características gerais e aplicações.....                   | 88  |
| 4.2.5. Retrospectiva dos modelos do uso do solo e dos transportes.....                         | 93  |
| 4.2.6. Principais fenómenos territoriais objeto de modelação baseada em agentes.....           | 100 |
| 4.2.7. Principais fenómenos empresariais objeto de modelação baseados em agentes.....          | 101 |
| 4.2.8. A questão locativa das empresas nos modelos baseados em agentes.....                    | 103 |
| 4.2.8.1. Os modelos dedicados ao ciclo de vida das empresas.....                               | 103 |
| 4.2.8.2. A questão locativa das empresas nos MBA's do uso do solo e dos transportes.....       | 104 |
| 4.2.8.3. Os MBA's especificamente formulados para a localização de empresas.....               | 106 |
| 4.3. Os modelos em síntese.....  | 108 |

|   |     |
|---|-----|
| 5. Integração de ferramentas SIG - modelação baseada em agentes .....                 | 110 |
| 5.1. Vantagens e retrospectiva das aplicações SIG/MBA .....                           | 110 |
| 5.2. Formas de integração SIG/MBA e exemplos de aplicação .....                       | 112 |
| 5.3. Integração de ferramentas SIG/MBA em síntese.....                                | 118 |
| Parte II: Caso de estudo.....   | 120 |
| 6. Caso de estudo: o Quadrilátero Urbano.....   | 121 |
| 6.1. O Quadrilátero urbano: uma rede urbana em consolidação .....                     | 121 |
| 6.2. O potencial do Quadrilátero Urbano .....   | 126 |
| 6.2.1. Dinâmicas demográficas .....   | 127 |
| 6.2.2. Articulação e coesão territorial .....   | 131 |
| 6.2.3. Potencial económico.....   | 138 |
| 6.2.4. Quadro institucional .....   | 145 |
| 6.3. O potencial do Quadrilátero em síntese .....                                     | 147 |
| Parte III: Os agentes considerados no modelo .....                                    | 149 |
| 7. Metodologia utilizada no estudo .....  | 150 |
| 7.1. Metodologia utilizada na recolha de informação das AAE's .....                   | 150 |
| 7.2. Metodologia utilizada na recolha de informação das empresas .....                | 152 |
| 8. As entidades utilizadas no modelo: as AAE's e as empresas.....                     | 155 |
| 8.1. As Áreas de Acolhimento Empresarial.....   | 155 |
| 8.1.1. Tipologias de AAE's existentes no Quadrilátero.....                            | 155 |
| 8.1.2. Localização das AAE's.....   | 157 |
| 8.1.3. Estado de conservação do edificado e da manutenção do espaço público .....     | 161 |
| 8.1.4. Origem, constituição e gestão das AAE's .....                                  | 163 |
| 8.1.5. Superfícies afetadas e ocupadas nas AAE's.....                                 | 165 |
| 8.1.6. Lotes, pavilhões e custo do solo industrial.....                               | 167 |
| 8.1.7. Infraestruturas existentes nas AAE's.....                                      | 171 |
| 8.1.8. Serviços existentes nas AAE's.....   | 174 |
| 8.2. Estratégias previstas pelos municípios em relação às AAE's .....                 | 178 |
| 8.3. As empresas.....   | 182 |
| 8.3.1. Empresas dispersas versus empresas em AAE's: características gerais .....      | 182 |
| 8.3.2. Empresas em loteamentos versus empresas em ACE's: características gerais ..... | 186 |
| 8.4. Fatores críticos do acolhimento empresarial no Quadrilátero.....                 | 192 |
| 8.4.1. Modelo disperso e fragmentado das empresas e das AAE's.....                    | 192 |
| 8.4.2. Reduzidos níveis de qualificação .....   | 194 |
| 8.4.3. Baixa taxa de ocupação.....  | 195 |
| 8.4.4. Ausência de estruturas de gestão.....  | 196 |
| 8.4.5. As condições de acolhimento empresarial no Quadrilátero em síntese .....       | 197 |
| 9. Comportamento locativo dos agentes – análise dos inquéritos.....                   | 199 |
| 9.1. Processo de recolha de informação e objetivos .....                              | 199 |
| 9.2. Motivos da localização nas AAE's .....   | 201 |
| 9.3. Grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelas AAE's.....           | 203 |
| 9.4. Pontos fortes e pontos fracos das AAE's.....                                     | 207 |
| 9.5. Redes de relacionamentos entre AAE's e entre empresas localizadas em AAE's.....  | 208 |
| 9.6. Futuras deslocalizações das empresas: motivos e espaços de destino .....         | 210 |
| 9.7. O comportamento locativo dos agentes empresas – principais conclusões.....       | 212 |

|  |     |
|--|-----|
| Parte IV: O modelo de simulação de políticas para as AAE's .....                       | 213 |
| 10. O processo de construção do modelo .....   | 214 |
| 10.1. Questões epistemológicas relacionadas com o modelo .....                         | 214 |
| 10.2. Descrição das etapas de construção do modelo .....                               | 217 |
| 10.2.1. Critérios utilizados na definição da atratividade das AAE's .....              | 218 |
| 10.2.2. Critérios definidos para a deslocalização das empresas .....                   | 221 |
| 10.3. Descrição dos cenários .....   | 223 |
| 10.3.1. Cenário 1: simulação num contexto de baixa qualificação das AAE's .....        | 224 |
| 10.3.2. Cenário 2: simulação do impacto de uma qualificação seletiva das AAE's.....    | 226 |
| 10.3.3. Cenário 3: simulação do impacto da qualificação geral das AAE's .....          | 228 |
| 10.3.4. Cenário 4: simulação das estratégias previstas pelos municípios.....           | 231 |
| 10.3.5. Cenário 5: Simulação dinâmica com todas as empresas.....                       | 233 |
| 10.3.6. Plataforma de simulação utilizada .....  | 234 |
| 10.3.7. Desenvolvimento do modelo na plataforma NetLogo.....                           | 235 |
| 11. Análise dos resultados obtidos.....  | 239 |
| 11.1. Análise dos resultados obtidos com o cenário 1 .....                             | 239 |
| 11.1.1. Impacto ao nível das AAE's .....   | 239 |
| 11.1.2. Impacto ao nível das empresas.....   | 241 |
| 11.1.3. Principais ilações obtidas com o cenário 1 .....                               | 243 |
| 11.2. Análise dos resultados obtidos com o cenário 2 .....                             | 244 |
| 11.2.1. Impacto ao nível das AAE's .....   | 245 |
| 11.2.2. Impacto ao nível das empresas.....   | 247 |
| 11.2.3. Principais ilações obtidas com o cenário 2 .....                               | 247 |
| 11.3. Análise dos resultados obtidos com o cenário 3 .....                             | 249 |
| 11.3.1. Impacto ao nível das AAE's .....   | 249 |
| 11.3.2. Impacto ao nível das empresas.....   | 251 |
| 11.3.3. Principais ilações obtidas com o cenário 3 .....                               | 252 |
| 11.4. Análise dos resultados obtidos com o cenário 4 .....                             | 253 |
| 11.4.1. Simulação num quadro de reduzida qualificação das AAE's previstas (4a).....    | 253 |
| 11.4.2. Simulação num quadro de qualificação das AAE's previstas (4b) .....            | 257 |
| 11.5. Análise dos resultados obtidos com o cenário 5 .....                             | 261 |
| 11.5.1. Impactos ao nível das AAE's e das empresas – aspetos diferenciadores.....      | 261 |
| 11.5.2. Principais ilações obtidas com o cenário 5 .....                               | 265 |
| 11.6. Verificação das hipóteses e síntese dos resultados obtidos com os cenários ..... | 266 |
| 11.7. Modelo de articulação territorial das AAE's do Quadrilátero .....                | 272 |
| 11.8. Os resultados obtidos com o modelo em síntese .....                              | 280 |
| 12. Conclusões e desenvolvimentos futuros .....  | 283 |
| Referências bibliográficas.....  | 295 |





## Índice de Figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1: Principais etapas no ciclo de vida de uma empresa .....                              | 13  |
| Figura 2: Etapas a considerar na construção de uma AAE .....                                   | 31  |
| Figura 3: Os elementos fundamentais e modo de funcionamento de um SMA.....                     | 55  |
| Figura 4: Relacionamento agentes/ambiente num SMA .....  | 61  |
| Figura 5: Modelo de arquitetura deliberativa.....  | 70  |
| Figura 6: Modelo de arquitetura deliberativa <i>BDI</i> .....                                  | 71  |
| Figura 7: Modelo de arquitetura reativa .....  | 72  |
| Figura 8: Modelo de arquitetura híbrida.....   | 73  |
| Figura 9: Etapas de construção de um modelo baseado em agentes .....                           | 84  |
| Figura 10: Principais etapas de avaliação de um modelo.....                                    | 87  |
| Figura 11: Cronologia dos modelos de análise do uso do solo e dos transportes .....            | 97  |
| Figura 12: Estrutura base de uma rede urbana .....   | 122 |
| Figura 13: Estrutura e configuração territorial da rede do Quadrilátero Urbano.....            | 125 |
| Figura 14: Densidade populacional no Quadrilátero.....   | 128 |
| Figura 15: Enquadramento regional do Quadrilátero.....   | 131 |
| Figura 16: Rede viária principal do Quadrilátero .....   | 133 |
| Figura 17: Rede e infraestruturas ferroviárias no Quadrilátero.....                            | 134 |
| Figura 18: Área edificada no Quadrilátero .....  | 135 |
| Figura 19: Rede viária principal, secundária e capilar no Quadrilátero.....                    | 136 |
| Figura 20: Impacto territorial das novas redes arteriais (nó da A3-A11, Barcelos).....         | 137 |
| Figura 21: Rede arterial densa e aglomerações funcionais no setor sul da cidade de Braga ...   | 137 |
| Figura 22: Volume de negócios das empresas localizadas no Quadrilátero.....                    | 140 |
| Figura 23: Volume de negócios das empresas localizadas no Quadrilátero.....                    | 142 |
| Figura 24: Comparação do volume de negócios setorial e por trabalhador no Quadrilátero.....    | 143 |
| Figura 25: Dinâmica setorial recente na indústria do Quadrilátero (2000/2009) .....            | 144 |
| Figura 26: Instituições mais relevantes instaladas no Quadrilátero.....                        | 146 |
| Figura 27: Distribuição das AAE's do Quadrilátero por tipologia dos espaços .....              | 156 |
| Figura 28: Distribuição e identificação dos parques industriais por tipologia de espaço .....  | 158 |
| Figura 29: Edifícios industriais de qualidade na AAE de Requião.....                           | 162 |
| Figura 30: Má gestão dos espaços públicos nas AAE's de Nogueira e do Chão da Mata.....         | 163 |
| Figura 31: Espaços verdes mal cuidados na AAE de Linhares.....                                 | 167 |
| Figura 32: Proporção de lotes/pavilhões vazios nas AAE's do Quadrilátero .....                 | 169 |
| Figura 33: Nível de cobertura das infraestruturas existentes nas AAE's do Quadrilátero.....    | 172 |
| Figura 34: Nível de cobertura dos serviços existentes nas AAE's do Quadrilátero .....          | 175 |
| Figura 35: Estratégias para o acolhimento empresarial previstas pelos municípios.....          | 180 |
| Figura 36: Distribuição e dimensão das empresas transformadoras no Quadrilátero .....          | 183 |
| Figura 37: Comparação de indicadores das empresas difusas e das empresas em AAE's.....         | 184 |
| Figura 38: Comparação de indicadores das empresas em loteamentos e em ACE's .....              | 187 |
| Figura 39: Pessoal médio ao serviço e sua distribuição setorial nos loteamentos industriais... | 188 |
| Figura 40: Volume médio de negócios e sua origem setorial nos loteamentos industriais .....    | 189 |
| Figura 41: Volume médio de negócios e sua origem setorial nas ACE's .....                      | 191 |
| Figura 42:Relacionamentos entre empresas instaladas nas AAE's do Quadrilátero .....            | 209 |
| Figura 43: Critérios das AAE's considerados no processo de deslocalização das empresas .....   | 220 |
| Figura 44: Esquema base do processo de deslocalização das empresas para as AAE's .....         | 221 |
| Figura 45: Contexto locativo das empresas considerado no cenário 1 .....                       | 226 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 46: AAE's consideradas como tendo sido requalificadas na simulação do cenário 2 ....    | 228 |
| Figura 47: Contexto locativo das empresas considerado no cenário 3 .....                       | 231 |
| Figura 48: Visão parcial da interface do modelo construído no NetLogo .....                    | 237 |
| Figura 49: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 1 .....           | 239 |
| Figura 50: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 1 .....  | 242 |
| Figura 51: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 2 .....           | 244 |
| Figura 52: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 2 .....  | 247 |
| Figura 53: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 3 .....           | 249 |
| Figura 54: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 3 .....  | 251 |
| Figura 55: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 4a .....          | 254 |
| Figura 56: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 4a ..... | 256 |
| Figura 57: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 4b .....          | 257 |
| Figura 58: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 4b ..... | 259 |
| Figura 59: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 5 .....           | 262 |
| Figura 60: <i>Plot</i> da evolução temporal da deslocalização de empresas no cenário 5 .....   | 263 |
| Figura 61: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 5 .....  | 264 |
| Figura 62: Modelo territorial de articulação em rede das AAE's do Quadrilátero .....           | 274 |

## Índice de Quadros

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1: Critérios de proximidade às infraestruturas de transportes para a indústria.....        | 17  |
| Quadro 2: Elementos críticos associados aos fatores de localização industrial .....               | 25  |
| Quadro 3: Principais contributos e riscos associados à criação de AAE's .....                     | 33  |
| Quadro 4: Modelos urbanos mais representativos por tipologia geracional .....                     | 99  |
| Quadro 5: Indicadores demográficos dos municípios e das cidades do Quadrilátero.....              | 127 |
| Quadro 6: Indicadores económicos do Quadrilátero no contexto da região norte .....                | 139 |
| Quadro 7: Empresas no Quadrilátero com maior volume de negócios por setor de atividade.....       | 141 |
| Quadro 8: Nível de acessibilidade das AAE's do Quadrilátero.....                                  | 160 |
| Quadro 9: Tipologias das AAE's do Quadrilátero em função da dimensão .....                        | 166 |
| Quadro 10: Síntese das estratégias para o acolhimento empresarial previstas pelos municípios..... | 182 |
| Quadro 11: Principais indicadores das empresas instaladas em ACE's e em loteamentos.....          | 186 |
| Quadro 12: Comparação dos resultados da amostra com as empresas localizadas nas AAE's ....        | 200 |
| Quadro 13: AAE's com melhores e piores avaliações médias por parte dos inquiridos .....           | 207 |
| Quadro 14: Requisitos locativos mínimos considerados na deslocalização das empresas .....         | 225 |
| Quadro 15: Impacto da qualificação seletiva das AAE's na atração de empresas .....                | 245 |
| Quadro 16: Impacto da qualificação de todas as AAE's na atração de empresas.....                  | 250 |
| Quadro 17: Principais resultados obtidos com os cenários simulados .....                          | 266 |
| Quadro 18: Número de empresas deslocalizáveis e percentagem de empresas não deslocalizadas .....  | 269 |



## Abreviaturas

AAE – Área de Acolhimento Empresarial  
ACE – Área de Concentração de Empresas  
ACL – *Agent Communication Language*  
ALE – Área de Localização Empresarial  
AML – Área Metropolitana de Lisboa  
AMP – Área Metropolitana do Porto  
BDI – *Beliefs, Desires & Intentions*  
BIC – *Business & Innovation Centres*  
CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte  
DARPA – *Defense Advanced Research Projects Agency*  
EM – Estrada Municipal  
EN – Estrada Nacional  
ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais  
FIPA – *Foundation for Intelligent Physical Agent*  
GPS – *Global Positioning System*  
I&D – Investigação e Desenvolvimento  
IAD – Inteligência Artificial Distribuída  
IC – Itinerário Complementar  
ICL – *Interagent Communication Language*  
IDE – *Integrated Development Environments*  
INE – Instituto Nacional de Estatística  
IP – Itinerário Principal  
KIF - *Knowledge Interchange Format*  
KQLM – *Knowledge Query and Manipulation Language*  
LCA – Linguagem de Comunicação entre Agentes  
LUCC – *Land-Use Cover Change*  
MAML – *Multi-Agent Modelling Language*  
MBA – Modelo baseado em agentes  
NUT – Nomenclatura de Unidade Territorial  
PDM – Plano Director Municipal  
PME – Pequena e Média Empresa  
PNPOT – Programa Nacional de Política de Ordenamento do Território  
POA – Programação Orientada a Agentes  
POO – Programação Orientada a Objectos  
PP – Ponto percentual  
PROT – Programa Regional de Ordenamento do Território  
QL – Quociente de Localização  
QREN – Quadro de Referência Estratégico Nacional  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SMA – Sistema Multiagente  
TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação  
UE – União Europeia



## **1. Introdução**

O objetivo deste primeiro Capítulo é o de fornecer uma visão global do trabalho desenvolvido no âmbito da presente tese. Assim e de uma forma necessariamente breve, os principais tópicos a abordar neste Capítulo incluem: (i) o enquadramento dos temas que serão objeto de análise; (ii) a exposição dos principais objetivos que nortearam a realização do estudo; (iii) as motivações pessoais subjacentes à investigação; (iv) e a forma como a tese se encontra estruturada e os conteúdos que são abordados em cada um dos seus Capítulos.

Nesta investigação há dois tópicos fundamentais que são estudados. Um deles relaciona-se com acolhimento empresarial, que constitui o tema central de análise e é a principal fonte de toda a investigação. O segundo corresponde à metodologia utilizada, que compreende os sistemas multiagentes (SMA's) e os modelos baseados em agentes (MBA's). A localização e o acolhimento empresarial são duas componentes fundamentais no planeamento do território. Ao longo dos últimos dois séculos assistiu-se a uma profunda alteração dos fatores que condicionam a localização das indústrias. O desenvolvimento dos transportes, a evolução tecnológica e a alteração nos sistemas produtivos levaram a que os pressupostos que, no séc. XIX, foram determinantes para a localização das empresas (a proximidade às fontes de energia ou às matérias-primas, por exemplo) deixassem de fazer sentido atualmente. Por isso, os requisitos territoriais das empresas são hoje muito diferentes dos verificados no início da Revolução Industrial. Com o objetivo de responder às necessidades das empresas, mas também de estimular o desenvolvimento industrial, de disciplinar o uso do solo e de acautelar os impactos da atividade industrial no ambiente e na saúde pública, surgiu a necessidade de criar espaços dedicados para o acolhimento das empresas. Inicialmente planeados para a indústria pesada de finais do séc. XIX, estes espaços evoluíram e adaptaram-se às necessidades das empresas atuais, apresentando uma maior componente de serviços e uma maior intensificação tecnológica. Surgiram, assim, várias tipologias de espaços, como os parques empresariais, os parques tecnológicos e os parques de ciência e de tecnologia. À mera função produtiva inicial, estes novos parques englobam outras valências, como a investigação e o bem-estar físico e mental dos trabalhadores, proporcionando-lhes equipamentos desportivos, serviços diversos, etc.

Pelos seus efeitos positivos no desenvolvimento socioeconómico, as empresas têm sido objeto de particular atenção no planeamento e nas modelações teóricas. Os primeiros modelos surgiram há mais de um século com o objetivo de definir a localização ótima das empresas no território. Baseados no princípio de maximização do lucro num espaço isotrópico, os primeiros

modelos deram lugar a novas abordagens, que valorizaram a componente comportamental no processo de tomada de decisão até, mais recentemente, darem lugar a conceções mais integradas, que assumem que a localização de uma empresa no território corresponde a um ciclo de negociações entre várias entidades.

Neste contexto, o recurso a modelação baseada em agentes é pertinente, na medida em que estes sistemas permitem representar o comportamento individual dessas entidades, ou seja, das empresas. Um MBA corresponde, pois, a uma abstração teórica e computacional do fenómeno que se pretende simular. O processo de simulação baseia-se na interação entre os agentes do modelo, que podem desenvolver comportamentos mais ou menos complexos. Desta forma, este tipo de modelação é particularmente apta para representar fenómenos, onde intervém um grande número de entidades territoriais. Ao longo das últimas duas décadas surgiram diversos MBA's para simular fenómenos como a expansão de áreas urbanas, a suburbanização, a *gentrificação*, a localização de áreas residenciais, a transformação do uso do solo, entre outros. Ao nível das empresas, verifica-se que os MBA's desenvolvidos têm privilegiado mais a simulação dos relacionamentos entre as empresas do que a sua localização.

A presente investigação enquadra-se no âmbito do desempenho locativo das áreas de acolhimento empresarial (AAE's) localizadas na rede conhecida por Quadrilátero Urbano, que engloba os municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. Estes quatro municípios localizam-se numa região de fortes tradições industriais (o vale do Cávado e do Ave) e têm em curso um projeto de cooperação que visa reforçar a competitividade e a internacionalização do território. Deste projeto fazem parte diversas agendas temáticas, de entre as quais a melhoria das condições em que se processa o acolhimento das empresas, através de uma intervenção integrada de planeamento e de requalificação das AAE's. Estes princípios constituíram, portanto, a fonte de inspiração para o modelo desenvolvido.

Neste âmbito o problema que norteou a investigação foi a formulação de um modelo que desse uma resposta efetiva às necessidades de ordenamento e de melhoria da atratividade das AAE's desta rede de municípios. A solução adotada foi a construção de um MBA que utiliza as empresas como agentes que testam a atratividade das AAE's em diferentes cenários que foram simulados. No modelo, os cenários correspondem a políticas municipais com diferentes tipos de intervenção e de coordenação. Desta forma, pretendeu-se criar uma ferramenta de âmbito supramunicipal, para se tentar perceber o impacto que essas políticas poderão ter na melhoria de atratividade dos espaços empresariais e na superação de alguns problemas identificados,



como a dispersão das empresas e o baixo índice de ocupação verificado em algumas AAE's. No modelo, foram considerados cinco cenários que simulam o impacto de diferentes tipos de intervenção no desempenho atrativo das AAE's do Quadrilátero: cenário 1) simulação num contexto de baixa qualificação das AAE's; cenário 2) simulação do impacto de uma qualificação seletiva das AAE's; cenário 3) simulação do impacto da qualificação geral das AAE's; cenário 4) simulação das estratégias previstas pelos municípios; cenário 5) simulação dinâmica com todas as empresas.

Com a formulação destes cenários procurou-se também que o modelo testasse (validando ou não) um conjunto de hipóteses sobre o impacto dessas políticas no acolhimento empresarial. As hipóteses consideradas foram as seguintes: hipótese 1) a coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento da atratividade de todas as AAE's; hipótese 2) a coordenação supramunicipal das políticas conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE's nos municípios; hipótese 3) a coordenação supramunicipal das políticas gera uma diminuição da dispersão das empresas de igual forma nos quatro municípios; hipóteses 4) as políticas de qualificação das AAE's provocam um aumento da taxa de ocupação de todas as AAE's; hipótese 5) as políticas de promoção de espaços empresariais desqualificados e dispersos são ineficazes na atração de empresas.

Para a construção do modelo foi necessário compilar diversas informações relativas às AAE's e às empresas da indústria transformadora instaladas no Quadrilátero. A obtenção dos dados que alimentaram obrigou a contactos com várias entidades e a diverso trabalho de campo que, por sua vez, foi fundamental para conhecer melhor a realidade do acolhimento e do tecido empresarial do território. Com base nesta informação foi, então, possível definir os pressupostos teóricos e as regras de funcionamento do modelo.

As motivações para a realização deste estudo são de vária ordem. Em primeiro lugar, resultam de uma experiência profissional de 10 anos de trabalho no domínio do planeamento do território a diferentes escalas (local, urbana, municipal e regional) e da crença de que o planeamento é uma atividade fundamental para o desenvolvimento sustentável dos territórios. Em segundo lugar, advém de um particular interesse em abordar a temática da localização industrial e das políticas direccionadas para o acolhimento empresarial. A realização de alguns estudos de ordenamento empresarial ao longo dos últimos anos foi também importante. Neste contexto, foi particularmente inspirador um trabalho de ordenamento e de estruturação das AAE's de nove municípios do vale do Ave (Adrave, 2008). A seleção do presente caso de estudo

deve-se não só à oportunidade criada pelo projeto do Quadrilátero Urbano, como à proximidade, à vivência e ao conhecimento do território que, em parte, foi ainda mais enriquecido com a realização do referido trabalho. Por seu turno, o recurso à abordagem multiagentes constituiu o principal desafio do estudo. Quer pelo conhecimento que foi necessário assimilar, quer pela falta de experiência em trabalhar com esta ferramenta, quer ainda pelo carácter transversal que a sua aplicação exige. Estas lacunas iniciais obrigaram a um esforço hercúleo de sistematização da informação e de estudo.

Em termos de estrutura, a tese é constituída por 12 Capítulos. Neste Capítulo inicial principia-se por descrever o contexto, os objetivos, as motivações e a estrutura da tese. Os Capítulos 2 a 5 compreendem a revisão da bibliografia. O Capítulo 2 é dedicado à temática das empresas. São discutidas as teorias relacionadas com a localização das empresas, o surgimento das AAE's e a forma como o conceito evoluiu ao longo do tempo. A análise exploratória termina com uma abordagem das diretrizes definidas para o acolhimento empresarial em Portugal e, em especial, no norte do país, que é a região onde se insere o caso de estudo. Pretende-se mostrar o desalinhamento entre as políticas municipais e as diretrizes das atuais políticas nacionais e regionais para o acolhimento empresarial.

No Capítulo 3 analisam-se as várias dimensões associadas aos SMA's. Apresentam-se e descrevem-se as componentes através das quais um SMA se torna operacional. Analisam-se as principais características e tipologias dos agentes, os tipos de linguagens que permitem a interação entre os agentes e as arquiteturas mais adequadas em função dos objetivos pretendidos com a simulação.

O Capítulo 4 focaliza-se na análise dos MBA's. Neste Capítulo é feita uma análise extensiva das principais vantagens decorrentes da aplicação destas ferramentas no planeamento do território. Descrevem-se as principais etapas a considerar na construção de um MBA de raiz e apresentam-se alguns exemplos de plataformas utilizadas na simulação de agentes. Procede-se a um enquadramento evolutivo das técnicas utilizadas na modelação dos fenómenos territoriais ao longo das últimas décadas, com o objetivo de contextualizar o surgimento dos MBA's. De seguida é dada uma ênfase particular aos MBA's locativos, nomeadamente aos construídos para simular o processo de localização e de deslocalização (migração para um novo local) das empresas.

A revisão da literatura é concluída no Capítulo 5, onde se analisam as soluções encontradas para articular ferramentas de simulação de agentes com programas SIG (Sistemas

de Informação Geográfica). Esta questão é importante na medida em que, estando os SIG muito divulgados no planeamento do território, a sua integração com ferramentas de modelação de agentes permite aumentar a capacidade de análise espacial destas ferramentas e diminuir as dificuldades no processo de simulação.

O Capítulo 6 é dedicado ao caso de estudo, o Quadrilátero Urbano. Optou-se por começar com uma abordagem genérica ao conceito de rede urbana. Depois analisam-se os principais pontos fortes e fracos que a rede do Quadrilátero apresenta, nomeadamente em termos demográficos, territoriais, económicos e institucionais.

A metodologia utilizada no estudo é apresentada no Capítulo 7. Em concreto, descrevem-se os passos dados na obtenção e no tratamento da informação utilizada no estudo, nomeadamente das AAE's e das empresas, que constituem os dois elementos fulcrais do modelo. Enumeram-se ainda as principais dificuldades sentidas na compilação da informação e os procedimentos utilizados para superar esses problemas.

No Capítulo 8 são discutidas as características dos dois principais elementos do modelo, as AAE's e as empresas. A partir da informação obtida, é realizado um diagnóstico da situação existente no território no que respeita às condições em que se processa o acolhimento empresarial e em relação às características do tecido industrial instalado. O conhecimento desta realidade foi determinante para definir a estrutura do modelo.

Igualmente relevante para esse efeito foi o inquérito realizado aos empresários, cujas principais conclusões surgem no Capítulo 9. Com este inquérito procurou-se conhecer o comportamento locativo (passado e futuro) dos empresários inquiridos e perceber o seu grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelas AAE's. A informação obtida foi relevante para definir algumas regras de funcionamento do modelo e para verificar os seus resultados.

De seguida, no Capítulo 10, descrevem-se as etapas que foram seguidas na construção do modelo. Neste Capítulo detalham-se os critérios que foram utilizados para parametrizar a atratividade das AAE's e a deslocalização das empresas. Apresentam-se os diversos cenários que foram considerados e as políticas de acolhimento empresarial que lhe estão subjacentes com o objetivo de testar não apenas o impacto dessas políticas, como para validar um conjunto de hipóteses sobre o acolhimento empresarial no Quadrilátero. Esclarecem-se ainda as razões que levaram à escolha da plataforma NetLogo para realizar a simulação.

Os resultados obtidos com o modelo apresentam-se no Capítulo 11. A abordagem utilizada foi a de analisar individualmente o impacto de cada cenário, nomeadamente no

desempenho locativo das AAE's e ao nível do padrão da deslocalização das empresas. Depois, procede-se a uma apreciação crítica dos resultados obtidos, salientando as ações suscetíveis de terem um impacto mais positivo em termos da melhoria das condições de acolhimento empresarial do Quadrilátero e verificam-se se as hipóteses formuladas foram validadas ou não pelo modelo. Com base nos resultados apresentam-se ainda as linhas gerais de uma rede supramunicipal de AAE's para o Quadrilátero, com o objetivo de responder às recentes políticas nacionais e regionais, que pugnam pela criação deste tipo de estruturas e ao próprio projeto reticular do Quadrilátero, onde está previsto o aprofundamento desta integração.

Por fim, no Capítulo 12 apresenta-se uma sùmula dos aspetos mais relevantes obtidos com a investigação e tece-se um conjunto de considerações sobre desenvolvimentos futuros, nomeadamente no que respeita ao modelo desenvolvido.

## **Parte I: Revisão do estado de arte**

A revisão do estado de arte encontra-se estruturada em cinco Capítulos que incidem sobre temáticas de relevante interesse para o presente estudo. No Capítulo 2 é abordado o tema do acolhimento empresarial que constitui o elemento central de análise do presente estudo. Os Capítulos 3, 4 e 5 são dedicados aos SMA's/MBA's que correspondem à ferramenta utilizada na modelação.

Com a revisão bibliográfica procura-se dar um forte suporte teórico à investigação, com o objetivo de rever e de sistematizar os principais conceitos associados aos temas em apreço, bem como à obtenção das necessárias competências para o desenvolvimento do modelo.

A revisão do estado de arte baseia-se fundamentalmente em bibliografia internacional, tendo-se verificado que as publicações nacionais sobre alguns dos temas, nomeadamente sobre a aplicação de MBA's ao território e ao planeamento de AAE's em concreto, são escassas. Esta constatação é demonstrativa do carácter inovador do presente estudo.

## **2. O acolhimento empresarial no planeamento do território**

O objetivo deste Capítulo é o de analisar a interdependência entre a localização empresarial e o desenvolvimento dos territórios. A abordagem inicia-se com uma digressão pelos estudos/modelos formulados para otimizar a localização das empresas e pelos fatores de localização empresarial. Depois, discute-se a forma como foram criados e como evoluíram os espaços planeados para o acolhimento de empresas. Por último, contextualiza-se a forma como as AAE's surgiram em Portugal e apresentam-se as orientações estratégicas nacionais e regionais mais recentes definidas para estes espaços.

### **2.1. Localização empresarial: teorias e estudos**

A distribuição espacial das atividades económicas e, sobretudo, a localização das empresas exerce uma forte influência na economia e na organização/desenvolvimento do território. Do ponto de vista económico, a atividade industrial é responsável pela produção de bens duradouros (bens de capital e bens de consumo duradouros) e de bens intermédios, que estão na base de grande parte do valor acrescentado gerado nos países. De uma forma geral, o setor secundário e, em especial, a indústria, pelo seu efeito multiplicador, é historicamente o principal motor de desenvolvimento económico dos países (Mateus, 2010). A forma como se processa o acolhimento das empresas é, portanto, de vital importância não apenas para atrair empresários e investidores, como para a própria competitividade das indústrias. Além disso, as empresas geram postos de trabalho e levam à criação de serviços, condicionando a localização de áreas residenciais, os comportamentos de consumo e a atração de novas empresas e de serviços. Deste modo, a distribuição espacial das empresas têm um forte impacto em fenómenos como o tráfego e a acessibilidade, devido aos movimentos pendulares que geram.

A localização empresarial é, portanto, um tema de muita relevância, que tem ocupado os académicos, os planeadores e os políticos há muito tempo. Com efeito, uma opção de localização inadequada pode comprometer a sobrevivência de uma empresa, com todas as implicações económicas e sociais daí resultantes. Ao assumir que os custos de localização e os lucros obtidos pelas empresas variam ao longo do tempo, Pellenbarg et al. (2002) concluem que a maior parte das empresas não está no local que lhe garanta a maximização do lucro. Por isso, os estudos de localização empresarial pretendem não apenas analisar a localização economicamente mais favorável, mas também determinar aquela que acarreta os menores impactos negativos em termos sociais e ambientais. Este tipo de estudos divide-se em duas categorias: as análises dedicadas à localização empresarial propriamente dita e as análises relacionadas com a realocação de empresas.

Os estudos de localização empresarial são os mais numerosos e os que se desenvolvem há mais tempo. Tradicionalmente, as teorias relativas às decisões de localização empresarial tinham uma forte componente económica, ao procurarem fazer previsões sobre a distribuição espacial das empresas a partir do princípio da maximização do lucro num espaço isotrópico (Manzato et al., 2010). Estas teorias enquadram-se nos chamados modelos económicos neoclássicos. Fatores como a minimização da distância ao mercado consumidor ou às matérias-primas eram considerados fundamentais na maximização do lucro das empresas. O modelo apresentado por Alfred Weber (1909) constitui um marco referencial nas teorias de localização das indústrias. A questão fundamental do modelo de Alfred Weber era o de determinar o ponto ótimo para a localização de uma indústria, assumindo que os custos de transportes são uma função das distâncias euclidianas entre as fontes de matérias-primas e os mercados. Com o foco na minimização dos custos de transportes, o objetivo desta teoria era o de definir o melhor local para a instalação de uma indústria, a partir dos pontos de localização das matérias-primas e dos mercados. Além disso, a teoria tinha em consideração o custo do trabalho, assim como as vantagens associadas à aglomeração e à desaglomeração económica (as economias de aglomeração resultam da concentração das empresas, mas a concentração excessiva pode provocar efeitos de desaglomeração, como a subida do custo do solo e das rendas). Este modelo teve uma grande difusão e acabou por inspirar outras teorias de localização, às quais foram introduzidas novas componentes (redes, novas superfícies, etc.).

Na década de 1940, August Lösch deu um novo enfoque à teoria da localização industrial com base na maximização do lucro (Guimarães et al., 2004; Badri, 2007). Lösch equacionou o problema da localização industrial a uma escala mais vasta, através da teoria das regiões económicas. De acordo com o modelo, os centros podiam ser classificados em estruturas triangulares-hexagonais, hierarquizadas, em função do tipo de serviço e da dimensão do mercado. O autor começou por analisar o problema da localização a um nível mais genérico, considerando que existiam diferenças consoante se trate o problema à escala individual do empresário, do setor de atividade ou do sistema global. As decisões individuais, determinadas pela maximização do lucro, estavam subjacentes a todo o processo, dada a sua repercussão na oferta e na procura. Desta interação resultavam subdivisões do mercado global (mercados parciais), de cuja evolução podiam surgir regiões de abastecimento (agrupamentos de produtores em torno de um centro de consumo) ou regiões de extração (centros de consumo agrupados em torno de um produtor). A transposição destes princípios gerais para a indústria

levava em linha de conta os custos (de transporte, de produção e a relação entre eles) e as receitas (preços e poder de compra dos clientes). O relacionamento entre preço, procura e localização é que definia a localização, embora o autor não tivesse desenvolvido uma fórmula de localização ótima devido à complexidade das variáveis em análise (Ramos, 2000). Porém, considerou que a formação de centros urbanos resultava de aglomerações motivadas por usos não agrícolas no território. Essas aglomerações poderiam resultar da concentração de empresas, fossem elas do mesmo setor (para beneficiar dos fatores de produção, das vantagens do local, etc.), de setores diferentes (exploração de interdependências) ou ainda para tirar partido das vantagens decorrentes da grande produção. Mas também poderiam decorrer da concentração de pessoas num determinado ponto, levando à constituição de centros urbanos. A partir destas teorias parciais, Lösch analisou as condições de um equilíbrio espacial mais vasto, onde o padrão locativo correspondia ao ponto de equilíbrio entre a maximização das vantagens individuais e a maximização do número de unidades económicas autónomas.

Mais tarde, estas conceções neoclássicas viriam a ser substituídas pelas abordagens comportamentais, que se afirmaram a partir de meados do século XX (Witlox e Timmermans, 2000). São os casos dos trabalhos de Edgar Hoover, Walter Isard e de Melvin Greenhut. Nesta nova visão, o problema da localização industrial passou a incorporar componentes individuais (questões de preferência, motivacionais, etc.). A noção de localização ótima do ponto de vista económico é substituída pelo princípio de que a melhor localização é aquela que satisfaz mais eficazmente os requisitos do empresário. A melhor escolha já não é determinada pela maximização do lucro, mas sim pela tentativa de minimizar os riscos, adotando uma atitude probabilística (Ramos, 2000). Assim, a quantificação dos fatores dá lugar a um processo onde a liberdade de escolha passa a ser determinante, o que esteve na origem no desenvolvimento de modelos de utilidade aleatória. Por exemplo, Edgar Hoover desenvolveu uma teoria que integra fatores relacionados com os custos de produção e com a procura, onde considera que os custos de transporte não aumentam proporcionalmente com a distância (Badri, 2007). Ao mesmo tempo, sustentou que as localizações escolhidas ao acaso podem ser ótimas, uma vez que as más opções são progressivamente eliminadas pela concorrência. Do mesmo modo, as opções individuais pelas localizações em grandes cidades acabam por ser frequentemente boas opções, pois reúnem condições para o crescimento das empresas. De forma idêntica, Melvin Greenhut demonstrou que as escolhas fundamentadas em decisões pessoais poderão ser boas, na medida em que levam à seleção de locais conhecidos. As decisões de localização eram vistas



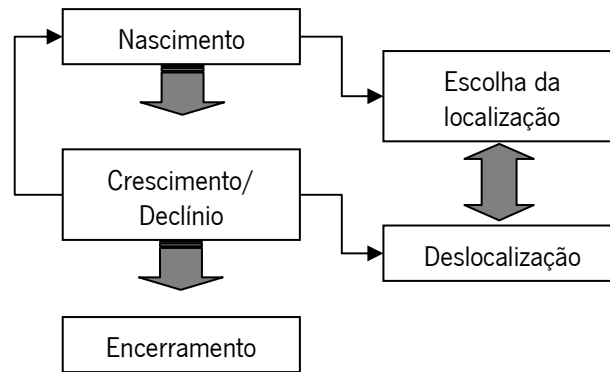
como o resultado de um conjunto de informações que os decisores tinham acerca das várias alternativas de localização. A recolha de informação passa a basear-se mais em questionários/trabalho empírico do que no desenvolvimento de modelos explicativos para tentar perceber o comportamento dos empresários e a tomada de decisão (Brouwer et al., 2004).

As conceções neoclássicas e comportamentais foram sujeitas a forte crítica, por considerarem as empresas como agentes com capacidade de decisão num ambiente estático (Brouwer et al., 2004) e por valorizarem excessivamente uma componente em detrimento de outras: as teorias neoclássicas por se basearem excessivamente no cálculo puramente económico; e as teorias comportamentais, na incerteza e no cálculo probabilístico. Surgiram então perspetivas mais integradas e transdisciplinares que iam além das visões mono-causais daquelas teorias. O foco das novas abordagens tem-se centrado na noção de que as decisões de localização não devem ser tratadas isoladamente, mas sim como fazendo parte de um ciclo de negócio. Conhecida sob várias designações como abordagem *integrada* ou *relacional* (Witlox e Timmermans, 2000), como perspetiva *institucional* (Brouwer et al., 2004) ou *funcional* (Manzato et al., 2010), a corrente atual tem em consideração tanto os aspetos comportamentais dos investidores, como as questões de natureza estrutural. Nesta nova teoria, a interação entre os requisitos de uma dada atividade económica (o ator) e as características das possíveis localizações (o objeto) é que define quando uma localização é apropriada ou não. O papel das empresas passa o ser o de escolher uma localização de entre um conjunto de alternativas. Neste processo, a decisão de localização de uma empresa resulta de um processo negocial mantido com várias instituições, nomeadamente com promotores, com os governos locais/centrais, sindicatos, etc., com o objetivo de fixar preços, taxas, impostos, subsídios, entre outros aspetos de relevante interesse para a atividade empresarial. Nesta rede de opções alternativas, a localização irá recair sobre o território que ofereça condições de acolhimento e de funcionamento mais vantajosas. Esta abordagem institucional aplica-se, sobretudo, às grandes empresas/investidores que, pelos maiores impactos socioeconómicos que a decisão de instalação num dado território produz, têm um maior poder negocial. O processo de negociação/seleção de um local engloba, então, três componentes: (i) as empresas, que procuram uma localização para se instalar e que apresentam um conjunto de requisitos; (ii) as localizações potenciais, que têm características específicas para a instalação das empresas; (iii) e o processo negocial, através do qual as empresas e as entidades territoriais fixam as condições até chegarem a um acordo que seja benéfico para ambas as partes. Nesta nova abordagem, a

distribuição espacial das atividades económicas baseia-se no histórico do desenvolvimento individual de cada empresa. Ou seja, o processo de surgimento, evolução e morte das empresas é considerado como sendo o resultado da conduta das entidades a uma microescala, onde o comportamento atual é determinado pelas experiências passadas e as ações futuras são condicionadas pelo presente. Como refere Krugman (1998), o processo de localização das empresas é atualmente condicionado por aspetos espaço-temporais muito dinâmicos.

Assim, a escolha de uma localização por parte de uma empresa é hoje considerado um processo iterativo, que é semelhante ao seguido pelos consumidores, quando decidem comprar um produto (Fernández e Ruiz, 2009; Mazzarol et al., 2009). De acordo com estes autores, a decisão de localização baseia-se numa análise multicritério, que obedece a três etapas fundamentais. A primeira consiste na identificação das várias localizações geográficas existentes, de onde resulta uma listagem de localizações em função de fatores críticos para a atividade da empresa (características da mão de obra, condicionalismos legais e ambientais, acessibilidades, etc.). Na segunda, as condições oferecidas pelas várias opções são analisadas ao pormenor, o que leva à eliminação das consideradas menos satisfatórias. Normalmente, os critérios técnicos (terrenos disponíveis, infraestruturas necessárias, etc.) ou económicos (situação fiscal, incentivos financeiros, dimensão do mercado, etc.) poderão ser eliminatórios nesta fase. Desta triagem resulta um número mais restrito de alternativas ou até a própria decisão final. Na terceira, o estudo envolve uma avaliação mais criteriosa das opções restantes e um contacto/negociação com as entidades governamentais ou com as agências responsáveis pela promoção dos espaços de acolhimento. A opção final resulta, então, de uma decisão individual, que pondera os vários fatores determinantes para a empresa. Assim, o processo de decisão resulta de uma análise multicritério, onde são considerados diversos atributos locativos. Na prática, verifica-se que diversos estudos de localização empresarial têm recorrido a análises multicritério, como são os casos dos trabalhos de Ramos (2000) e de Fernández e Ruiz (2009).

Os estudos focalizados na deslocalização (ou realocação/migração) de empresas são mais recentes e diferem dos anteriores por se focalizarem exclusivamente no fenómeno da mudança do local de atividade das empresas (Pellenbarg et al., 2002). Este fenómeno enquadra-se nos designados estudos demográficos das empresas, que para além da migração/deslocalização das empresas, contemplam todo o ciclo de vida, desde o nascimento, passando pelo crescimento, declínio e encerramento das empresas (Figura 1).



Fonte: baseado em Manzato, 2012.

Figura 1: Principais etapas no ciclo de vida de uma empresa

O objetivo destes estudos passa por identificar e quantificar as causas e as consequências desses processos num determinado território. Os primeiros estudos demográficos de empresas surgiram nos EUA durante a década de 1960, com a finalidade de quantificar e de perceber a evolução das empresas à semelhança do que se fazia com a população (Manzato, 2012). Com efeito, há diversos parâmetros que são comparáveis entre as dinâmicas da população e das empresas, embora a metáfora demográfica não se aplique inteiramente às empresas por imperativos biológicos, tal como como adverte Wissen (2000). Desde então, os estudos demográficos das empresas sofreram diversos incrementos, nomeadamente ao nível económico, da organização industrial e da economia regional (Maoh e Kanaroglou, 2005; Manzato, 2012). Um dos contributos mais relevantes para este tema foi dado por Carroll e Hannan (2000), que estudaram com detalhe a teoria, os modelos e os métodos utilizados nos estudos demográficos das empresas. Os autores exploraram as razões que levam as empresas a sofrerem alterações ao longo do tempo, incluindo o nascimento, o crescimento, o declínio e o fecho das empresas.

A questão da deslocalização e das migrações das empresas é um tópico que, para além de interessar à economia, é objeto de especial atenção por parte dos geógrafos e de outros cientistas territoriais (Pellenbarg et al., 2002; Brouwer et al., 2004). Neste caso, o interesse reside em perceber os motivos subjacentes à deslocalização e os impactos territoriais que essa decisão pode ter em termos da ocupação do solo, dos transportes, do crescimento urbano, etc.

A migração das empresas, que é o tópico demográfico mais alinhado com a presente investigação, consiste na deslocação de uma empresa de um local para outro, com o objetivo de maximizar a produtividade e o lucro. Alguns estudos (Bade, 1983) mostram que as empresas revelam preferência em permanecer no local onde estão instaladas e que só mudam quando são afetadas por problemas inerentes ao local onde estão instaladas. Normalmente são considerados dois tipos de fatores que condicionam a relocalização: fatores intrínsecos ao

próprio local que estimulam a saída; e a atratividade exercida por outros locais, que desencadeiam essa decisão. As localizações podem deixar de ser interessantes para as empresas devido a vários motivos, como as alterações operadas no mercado, novas regulamentações ambientais, progressos tecnológicos, preferências dos consumidores, aspetos fiscais, laborais, etc. (Pellenbarg et al., 2002). Quando a decisão de mudança é tomada, a empresa inicia o processo de escolha de uma nova localização. O problema passa por avaliar as diferentes opções existentes. Neste caso, as empresas procuram localizações que ofereçam condições que permitam ultrapassar os problemas sentidos. O processo de realocação é um processo iterativo que compreende quatro etapas: (i) a decisão de mudar de localização; (ii) a procura de localizações alternativas em função das necessidades; (iii) a avaliação do potencial das alternativas; (iv) e a escolha da nova localização. A atratividade do novo local é uma função do número de fatores favoráveis, onde se podem incluir aspetos tão diversos como: melhores acessibilidades, existência de mais espaço, incentivos fiscais, melhores condições de mercado laboral, maior proximidade ao mercado, etc. (Brouwer et al., 2004).

Ao nível da demografia das empresas, a maior parte dos estudos desenvolvidos tem procurado quantificar, através de modelações estatísticas, o fenómeno evolutivo das empresas e das causas subjacentes a essa dinâmica. Ao nível espacial e do planeamento do território essas abordagens são mais escassas, nomeadamente quando as empresas são consideradas à escala individual. Ainda assim, muitos modelos urbanos locativos consideraram a migração das empresas pela sua influência na criação de empregos, na geração de tráfego e na expansão das áreas residenciais (ver Capítulo 4). O desenvolvimento de novas ferramentas ao longo dos últimos anos têm também permitido incorporar a dimensão individual das empresas na modelação, como são disso exemplo os MBA's e as técnicas de microsimulação. Mais pormenores sobre este assunto surgem na Capítulo 4.

## **2.2. Os fatores e o processo de localização das empresas**

A análise feita no Subcapítulo anterior permite concluir que a questão da localização empresarial é um tópico que tem sido muito estudado ao longo do último século, tendo originado o desenvolvimento de teorias mais ou menos sofisticadas. Contudo, muitas destas teorias fizeram-se à revelia da realidade, o que foi particularmente evidente no caso dos modelos neoclássicos, onde não houve a preocupação de observar o comportamento real das empresas. Esta dimensão só começou a ser incorporada nos estudos de localização a partir da década de

1970, altura em que passaram a realizar-se inquéritos às empresas, para se aferir os motivos considerados na decisão de localização (Ramos, 2000). Mesmo assim, os trabalhos realizados por alguns autores ao longo das últimas três décadas (Ramos, 2000; Church e Murray, 2009) não são conclusivos no que se refere à existência de um padrão de localização. Contudo, sugerem que o processo de decisão resulta de uma ponderação entre a análise comparativa de várias opções alternativas e o poder de decisão das chefias das empresas.

Se é possível detalhar as etapas que normalmente são seguidas pelas empresas para escolherem uma localização para a sua atividade, o mesmo não se poderá dizer dos fatores que condicionam esse comportamento. Um fator de localização é todo o motivo suscetível de diferenciar o espaço para as empresas, é todo o elemento que entrando nos cálculos da empresa, permite a diferenciação do espaço (Ramos, 2000). Porém, estes fatores variam de acordo com o setor de atividade de cada empresa, para além de serem diferentes de região para região ou de país para país e de estarem em constante evolução. No entanto, considera-se que há um conjunto de fatores que, isolada ou articuladamente, são determinantes para a maioria das empresas. De seguida detalham-se esses fatores e, no final do Subcapítulo, apresenta-se uma síntese dos elementos críticos associados a cada um deles (Quadro 2).

### **a) A acessibilidade e os transportes**

A boa acessibilidade e os custos dos transportes sempre foram um dos fatores mais importantes no tema da localização da indústria, tendo ocupado, como se referiu, um lugar de destaque nos modelos teóricos desenvolvidos ao longo do tempo. Com efeito, verifica-se que existe uma forte inter-relação entre a localização da indústria e a evolução tecnológica dos transportes. Historicamente, muitas indústrias desenvolveram-se ao longo de cursos de água navegáveis e junto ao mar, pois as matérias-primas, os produtos e os recursos energéticos (carvão) eram transportados essencialmente por via fluvial e marítima. Mais tarde, a utilização da máquina a vapor operou uma revolução nos transportes, contribuindo, num primeiro momento, para um forte crescimento do caminho de ferro, que concorreu para o alargamento das áreas de abastecimento e dos mercados das indústrias. A ferrovia e, em particular, as estações e os terminais ferroviários transformaram-se em polos de concentração de indústrias e de crescimento urbano. Ainda hoje em Portugal é possível ver, nas imediações de muitas estações, antigas unidades industriais que foram abandonadas ou que foram reconvertidas para outras utilizações. Entretanto, o caminho de ferro perdeu competitividade, tendo sido substituído pelo

transporte rodoviário, mais flexível e para onde foram canalizados mais investimentos, ao contrário do que aconteceu com a ferrovia em Portugal.

Atualmente, a acessibilidade (e a proximidade a infraestruturas de transportes) continua a ser um dos três fatores com mais influência na localização das empresas (Leitham et al., 2000; Fernández e Ruiz, 2009). De entre os motivos destacam-se: o custo de transporte dos bens; a facilidade e o custo de transporte dos clientes e da mão de obra; as novas modalidades de produção e de distribuição (segmentação dos processos de produção à escala global, implementação de processos *just in time*, maior rotação de produtos, concentração da distribuição, etc.); o risco e a incerteza associada ao transporte das mercadorias; os contactos entre clientes e fornecedores (Leitham et al., 2000; Portas et al., 2007). Também neste caso, a importância da proximidade a uma determinada infraestrutura de transporte varia em função do tipo de indústria. Por isso, as empresas procuram localizar-se em locais dotados de boa acessibilidade, com boas ligações às redes rodoviárias estruturantes, mas também aos portos, aeroportos e terminais ferroviários, tendo cada setor produtivo as suas próprias preferências. Por exemplo, os portos são atrativos para indústrias que utilizam bens intermédios ou matérias-primas transportadas por via marítima e que são de transporte dispendioso; o transporte ferroviário ainda é importante para diversos setores (cimenteiras, produtos químicos, siderúrgicas, etc.), sendo expectável que a sua importância venha a ganhar peso no transporte de mercadorias, nomeadamente por ação das políticas da União Europeia (UE); os aeroportos, dependendo da sua dimensão e categoria, são atrativos para nichos específicos, ligados não apenas à aeronáutica, como a outros setores tecnologicamente avançados (eletrónica, ótica, farmacêutica, etc.). Enquanto *hubs* por excelência de um mundo conectado, os aeroportos são polos onde se concentra um grande número de atividades e de serviços e que estimulam o crescimento urbano, numa função idêntica à que os portos e a ferrovia tiveram no passado.

A importância deste fator tem despoletado a realização de alguns estudos em que se procura determinar a distância ótima a que uma indústria se deve localizar das diversas infraestruturas de transportes. Ramos e Mendes (2001), por exemplo, efetuaram uma análise onde, a partir de inquéritos e de uma análise multicritério, especificaram os intervalos de distância (*excelente, aceitável e péssima*) a que uma empresa se deve localizar de um conjunto de infraestruturas de transportes em Portugal (Quadro 1). Os valores apurados demonstram que muitas indústrias e áreas empresariais têm uma localização deficiente, pois localizam-se bastante acima das distâncias consideradas como sendo aceitáveis.

Quadro 1: Critérios de proximidade às infraestruturas de transportes para a indústria

| Distância Máxima* | Descrição das infraestruturas                 | Excelente*      | Aceitável*              | Péssima*    |
|-------------------|---|-----------------|-------------------------|-------------|
| 3,49              | Proximidade a rede de estradas nacionais      | $D \leq 1,745$  | $3,49 \leq D < 1,745$   | $D > 3,49$  |
| 27,36             | Proximidade a nós de autoestrada              | $D \leq 13,68$  | $27,36 \leq D < 13,68$  | $D > 27,36$ |
| 51,9              | Proximidade a porto marítimo                  | $D \leq 25,955$ | $51,91 \leq D < 25,955$ | $D > 51,91$ |
| 69,9              | Proximidade a aeroporto com terminal de carga | $D \leq 34,95$  | $69,90 \leq D < 34,95$  | $D > 69,90$ |
| 20,08             | Proximidade a terminal ferroviário de carga   | $D \leq 10,04$  | $20,08 \leq D < 10,04$  | $D > 20,08$ |

\* Distâncias em km

Fonte: baseado em Ramos e Mendes, 2001.

## b) A proximidade ao mercado consumidor

A evolução dos transportes teve também impacto num outro fator da localização empresarial: a proximidade ao mercado consumidor. A existência de um mercado consumidor é a razão de ser de qualquer indústria, pelo que este continua a ser um dos fatores mais determinantes e ponderados na decisão de localização (Fernández e Ruiz, 2009). Tradicionalmente, a noção de mercado está associada à proximidade aos consumidores, mas atualmente tem-se uma visão mais lata, considerando-se como potencial qualquer mercado, independentemente da sua localização. Desta forma e dependendo do posicionamento da empresa, o mercado pode ser a população (e outras empresas) de uma cidade, de uma região, de um país, ou um conjunto alargado de países em vários continentes. Apesar de ser transversal, a importância deste fator varia em função da dimensão das empresas, da sua tipologia e do setor produtivo. Para as de pequena dimensão, o mercado consumidor esgota-se muitas vezes na cidade ou na região envolvente, enquanto que as grandes empresas e as multinacionais têm um mercado mais vasto que, ao limite, pode ser à escala mundial. Com o desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação (TIC's), este fator tem sofrido alterações, pois a proximidade virtual está a ganhar terreno à territorial. Apesar de alargar a concorrência à escala global, a Internet constitui uma oportunidade para as pequenas empresas ampliarem o seu mercado consumidor à escala internacional. Da mesma forma, a proximidade aos mercados é diferente consoante a tipologia das empresas. Para as indústrias de bens de consumo, a proximidade a mercados consumidores, como grandes áreas urbanas, é mais importante do que para as indústrias de bens intermédios, que estão menos dependentes da distribuição da população. Há ainda diversos casos de setores em que a proximidade ao mercado se justifica por motivos diversos: pelo perecimento rápido dos produtos (padaria), pela fragilidade em transportar os produtos (vidrarias), pela especialização produtiva das regiões (têxtil, calçado), pelo baixo custo dos

produtos, cujo transporte iria fazer disparar o custo final (cimenteiras), pelo volume dos produtos ou ainda pela evolução tecnológica verificada. Neste último caso, uma das alterações mais notáveis verificou-se na indústria de refinação de petróleo. Se no início as empresas estavam localizadas junto aos locais de extração, o desenvolvimento de sistemas eficientes de transporte, de refinação e de destilação deste produto permitiu que a sua localização passasse a privilegiar a proximidade aos mercados consumidores. Ao mesmo tempo, a localização das refinarias junto aos mercados de consumo permitiu processar petróleo proveniente de origens diversas, permitindo, assim, aumentar a capacidade de negociação dos preços e atenuar as adversidades políticas e sociais verificadas em muitos países produtores. A alteração deste paradigma locativo foi acompanhada pelo desenvolvimento de verdadeiros complexos industriais portuários, locais onde se faz a descarga, processamento e distribuição do petróleo.

### **c) A disponibilidade de mão de obra**

A disponibilidade de mão de obra é também um dos fatores mais importantes para a localização das empresas (Fernández e Ruiz, 2009). A presença de trabalhadores é obrigatória para qualquer indústria, mas a quantidade e as características da mão de obra diferem de empresa para empresa. Os trabalhadores de uma empresa constituem um fator relativamente inamovível, uma vez que têm dificuldade em se deslocar para novas áreas (ou para outros empregos). Por essa razão, as indústrias mais intensivas em mão de obra tendem a ser atraídas por locais com abundância deste recurso. Mas, para este tipo de empresas, as despesas salariais atingem valores muito significativos nos custos totais de produção, pelo que a variação espacial do custo da mão de obra acaba por exercer uma forte influência na decisão de localização. É este fenómeno, aliás, que explica a deslocalização de muitas empresas para países onde os custos do trabalho são menores. Para além da abundância e do custo, há uma outra variável que se relaciona com a qualificação e com as competências dos trabalhadores. Se para estar numa linha de montagem este requisito não interessa, já para uma empresa tecnologicamente evoluída da área da informática, da saúde ou das indústrias criativas, a existência deste recurso (e a possibilidade de os atrair) é fundamental. Estas empresas recrutam menos trabalhadores que, em contrapartida, auferem remunerações mais elevadas, que são compensadas pelo facto de desenvolverem produtos de maior valor. Outras variáveis suscetíveis de condicionar a decisão de localização relacionam-se com a idade, com a estabilidade da mão de obra, com a força da



atividade sindical e com o próprio contexto social mais abrangente. Todos estes elementos contribuem para definir questões como a motivação dos trabalhadores, a produtividade, a capacidade de adaptação a novas tarefas, o absentismo, etc., que têm repercussões diretas na competitividade da empresa. Por isso, o estudo prévio das características da mão de obra existente num dado território é importante para se aferir se aquela se enquadra nos requisitos da empresa. Como referem Sloagett e Woods (2003), a forma mais fácil de obter esta informação é através de inquéritos.

#### **d) A proximidade às fontes de energia/ matérias-primas**

Ao longo do tempo, verifica-se que os fatores condicionantes da localização das empresas têm sofrido alterações, em virtude da própria alteração do perfil e do sistema produtivo, como da evolução verificada em vários domínios, nomeadamente ao nível dos transportes. No período pré-industrial e no começo da Revolução Industrial, os custos de transporte eram muito elevados, o que levou à concentração das indústrias junto às fontes de energia (água utilizada como força motriz e carvão) e das matérias-primas. Com efeito, em meados do século XIX, o transporte de uma tonelada de carvão a uma distância de 160 km duplicava o seu custo final (Ramos, 2000). Por isso, a principal localização das empresas nesta altura era a de minimizar os custos com os transportes das energias, das matérias-primas e dos produtos intermédios entre o local de origem e o de transformação. Foi, aliás, com o objetivo de minimizar estes custos que se desenvolveram os primeiros modelos e teorias de localização empresarial, como a de Alfred Weber. Com o passar do tempo, assistiu-se a um desenvolvimento muito pronunciado das redes e dos meios de transporte, que levaram a uma redução significativa dos custos de transporte, pelo que a proximidade às fontes de energia e de matéria-prima deixou de ser um fator decisivo para a localização das empresas (Sloagett e Woods, 2003). Para a maior parte destas, o peso do custo do transporte no custo de produção é bastante baixo (menos de 3%) e não desempenha um papel importante na localização das empresas (Ramos, 2000). A deslocalização de muitas empresas para locais distantes dos locais de origem é exemplificativa do impacto negligenciável que os custos de transporte têm em relação a outros custos, como o da mão de obra. Para além dos progressos verificados ao nível dos transportes, houve outros aspetos que contribuíram para reduzir a importância da proximidade às fontes de energia/matéria-prima. Foram vários os fatores que contribuíram para a perda de importância

da localização das empresas junto às fontes de energia/matérias-primas. Os mais relevantes foram os seguintes: a massificação da utilização da eletricidade que é distribuída a longas distâncias em relação aos locais de produção; os progressos verificados nos sistemas produtivos, nomeadamente com a introdução de tecnologias que rentabilizam a transformação das matérias-primas (por exemplo, no século XIX, para se produzir uma tonelada de aço eram necessários cinco toneladas de carvão, quando agora bastam apenas algumas centenas de quilos); e a própria evolução do tecido industrial, onde as indústrias pesadas deram lugar a um predomínio de setores ligeiros e tecnologicamente avançados. Ainda assim, este fator é importante para alguns setores específicos, como a da transformação de produtos perecíveis (frutas, legumes), ou a mineração, onde é necessário processar uma grande quantidade de minério para se obter uma baixa quantidade, por exemplo, de ouro ou cobre, evitando assim o custo do transporte de grandes quantidades de escórias.

#### **e) O capital e a disponibilidade financeira**

O capital é um outro fator de relevo, que pode interferir a vários níveis na instalação de uma empresa, devendo aferir-se a sua disponibilidade antes mesmo de o projeto de (re)localização se iniciar. Como referem Sloagett e Woods (2003), por muito favoráveis que sejam os restantes fatores que um local apresente, a falta de capital inviabiliza qualquer projeto de localização. A disponibilidade de capital é necessária em diversas etapas do projeto de instalação, nomeadamente: (i) para adquirir e infraestruturar o terreno, construir os edifícios, dotá-lo de serviços e equipamentos, etc. (capital fixo); e (ii) para suportar o sistema produtivo, pagar salários, comprar *stocks* de material, matérias-primas, etc. (fundo de manei). Enquanto os capitais fixos são mais difíceis de obter e de alocar, sendo uma das principais razões da inércia à escala de algumas regiões, o fundo de manei é mais flexível e acessível, podendo ser obtido por via da própria atividade da empresa, da venda de participações, por via de empréstimos, etc. Para além da própria capacidade do investidor, a decisão de localização pode ser influenciada pela capacidade do sistema financeiro conceder crédito e pelas políticas fiscais levadas a cabo pelas entidades públicas. As empresas que têm necessidade de importantes operações financeiras necessitam de ter bons relacionamentos com instituições financeiras, facto que também tem sido responsável pela concentração das atividades terciárias das empresas em áreas específicas (maior proximidade). Muitas regiões/países oferecem condições fiscais e

financeiras vantajosas para a instalação de empresas, nomeadamente de grande dimensão. Portugal é um desses exemplos, pois ao nível central têm sido atribuídos diversos incentivos à instalação de empresas multinacionais. Ao nível local, vários municípios, sobretudo localizados em regiões desfavorecidas, têm recorrido também a esta estratégia para atrair empresas. A redução do custo do solo, a menor tributação fiscal e o fornecimento de serviços a menores custos contam-se entre os incentivos mais frequentes. Há ainda os casos dos incentivos públicos que estão direcionados para a inovação, para a intensificação tecnológica e para a internacionalização das empresas, como aqueles que têm sido veiculados através do Quadro de Referência Estratégico Nacional (QREN).

#### **f) As políticas públicas**

Para além da influência financeira/fiscal, as entidades públicas e, em especial, os governos dos países, exercem uma enorme influência na decisão locativa, sendo diretamente responsáveis pelo ambiente mais ou menos atrativo para a instalação das empresas. Em última análise, as políticas públicas são responsáveis: (i) pela qualidade do ensino e da investigação, condicionando a existência de recursos humanos mais ou menos qualificados; (ii) pela qualidade da rede de infraestruturas do território, ligadas aos transportes, comunicações e energia; (iii) pelos condicionalismos administrativos e burocráticos, que têm impacto na celeridade e nos custos de instalação de uma empresa; (iv) pelo contexto socioeconómico e legal vigente (regulamentação de horários de trabalho, idade mínima de trabalho, salário mínimo, estabilidade social, fiscal e política, celeridade da justiça, etc.); (v) pelo nível de investimento público que pode facilitar ou desencorajar o privado; (vi) pelas políticas comerciais praticadas, que podem ser mais ou menos protecionistas à importação de produtos estrangeiros; (vii) e pelas políticas levadas a cabo para atrair as empresas e para criar condições favoráveis à sua instalação. Neste último caso, o planeamento e a disponibilização de áreas dedicadas ao acolhimento empresarial, dotadas de infraestruturas e de equipamentos adequados, surge como uma estratégia recorrente para atrair empresas e para estimular o desenvolvimento regional. Além disso, a capacidade de intervenção do governo depende do próprio sistema político, verificando-se que nos países de economia planeada, a influência do governo na localização das empresas é muito mais forte.

### **g) A existência de um meio industrial**

A existência de um meio industrial é também um fator importante na atração de outras empresas. Este fenómeno explica-se pelo facto das empresas não serem apenas um elo intermediário entre os fornecedores de matérias-primas e os centros urbanos consumidores. Pelo contrário, as empresas são frequentemente uma das muitas entidades de uma cadeia de produção longa e complexa, que utiliza uma vasta quantidade de produtos semielaborados e de serviços subsidiários. Com efeito, muitos dos produtos que chegam ao consumidor final passam por várias empresas que se especializaram no fabrico de componentes específicas e em determinadas operações da cadeia produtiva. Apesar do desenvolvimento dos transportes ter contribuído para atenuar o efeito da distância, a verdade é que a proximidade geográfica e a concentração de empresas num determinado território apresenta inúmeras vantagens, que se relacionam não apenas com a minimização dos custos de transporte dos bens, como com a proximidade institucional, com o efeito de cooperação e com a maior facilidade na troca de informações e de contactos entre as empresas. A noção de que a concentração é geradora de vantagens foi proposta no século XIX por Alfred Marshall, que defendeu que a proximidade das empresas gerava economias de escala. Estas economias de escala surgem ligadas a vários benefícios como: o acesso a bens intermédios (de outras empresas), o desenvolvimento de mercados de trabalho especializados e de *spillovers* do conhecimento e a obtenção de externalidades, entendidas enquanto benefícios económicos resultantes da cooperação entre as empresas (Propriis e Driffield, 2005; Andersson et al., 2004). Há vários exemplos de sucesso promovidos por este efeito de concentração geográfica das empresas, tais como os distritos industriais italianos, os *milieux innovateur* franceses ou os *clusters* da tradição anglo-saxónica. Apesar das especificidades de cada caso, o fator de sucesso destas estruturas territoriais reside na concentração e nas relações de cooperação (diretamente entre as empresas e entre estas e outras instituições), que se sobrepõem à competição. Trata-se do efeito que alguns autores designam por *coopetição* (Luo, 2007; Rusko, 2011). Os distritos industriais são o expoente máximo destas estruturas, onde coabitam muitas pequenas e médias empresas (PME's) num território específico, sendo altamente especializadas numa determinada etapa do processo de fabrico de um produto específico, mantendo um estreito relacionamento com as demais empresas (Albino et al., 2003). Apesar de alguns autores conceberem os distritos industriais e os *clusters* como sinónimos (Fioretti, 2006; Giardini et al., 2008), são apontadas algumas diferenças, residindo a maior delas no facto dos distritos industriais poderem assumir uma maior

variedade de formas em função do contexto territorial de cada um deles e por terem um mais alto nível de cooperação entre as empresas, havendo uma quase fusão entre a vida económica e social (Markusen, 1996). No entanto, tem-se disseminado a noção de que a constituição de *clusters* é importante para reforçar a competitividade do tecido empresarial, muito por ação do contributo de Porter (1990, 1998, 2000). Para Porter (1998), um *cluster* corresponde a um grupo de empresas e de várias instituições localizadas num espaço específico, que estão ligadas por interdependências e se focalizam na produção de determinados produtos e/ou serviços. A proximidade territorial e institucional permite às empresas dos *clusters* atingir um conjunto de benefícios que seriam mais difíceis de alcançar se estivessem localizadas isoladamente. Para além das economias de escala, favorecem o desenvolvimento de complementaridades e de uma elevada especialização produtiva, facilitam o processo de transferência de conhecimento e de tecnologia, estimulam a inovação e a criatividade e a geração de processos de aprendizagem coletiva (Andersson et al., 2004). Por estas razões, a criação de *clusters* tem sido impulsionada em vários países, como forma de robustecer a competitividade económica e o desenvolvimento regional. É o caso de Portugal, onde a base económica é maioritariamente constituída por PME's, muitas delas com dimensão insuficiente para ampliarem os seus mercados e se internacionalizarem. A necessidade de criar *clusters*, nomeadamente em torno dos setores em que o país é mais competitivo, surgiu como uma das principais recomendações do trabalho de Michael Porter realizado durante a década de 1990 em Portugal (Porter, 1994). Apesar do estudo ter sensibilizado a classe política e empresarial, foi necessário esperar mais de uma década até que fossem implementadas as primeiras medidas com maior impacto. A partir de 2005 foram lançadas diversas iniciativas públicas, como o Programa para a Competitividade e os Centros Tecnológicos e as Estratégias de Eficiência Coletiva, ao abrigo dos quais foram constituídos vários *clusters* em setores-chave para a economia nacional (moda, agroalimentar, saúde, indústrias criativas, etc.).

#### **h) As questões de natureza individual**

No processo de localização, há várias questões de natureza individual associadas às características e à organização das empresas, que podem condicionar a decisão de localização. Uma das mais relevantes prende-se com a dimensão. As grandes empresas têm normalmente uma maior liberdade de escolha e são mais flexíveis, procedendo a alterações de localização

sempre que as condições iniciais da localização se alteram (Mazzarol et al., 2009). A deslocalização de grandes multinacionais por questões relacionadas com o custo de trabalho é disso um bom exemplo. Para atrair estas empresas têm sido promovidos parques transnacionais, dotados de condições logísticas e de gestão muito atrativas à escala global, como é o caso do North Carolina Global Transpark, nos EUA. Por outro lado, as grandes empresas são exigentes em termos de ocupação do solo (lotes de grande dimensão) e podem implicar a existência de infraestruturas específicas. O processo de localização destas empresas envolve um estudo criterioso das várias opções alternativas, com o objetivo de minimizar os custos de produção. Nestas empresas é frequente existirem gabinetes de planeamento estratégico, onde são feitos estudos e previsões sobre as necessidades futuras no médio/longo prazo. No caso das PME's, o processo de localização é mais influenciado pela proximidade aos locais de residência dos empresários, cujas preferências e características são mais determinantes no processo de escolha (Mazzarol et al., 2009). Em comparação com as grandes empresas, há outros aspetos que distinguem o comportamento das PME's: são menos exigentes em espaço e podem localizar-se em zonas mais próximas das áreas urbanas; nestes casos o recurso ao *leasing* e ao arrendamento dos lotes/pavilhões são as situações mais frequentes, uma vez que têm maior dificuldade em adquirir o próprio espaço (menor capacidade financeira).

O perfil tecnológico das empresas é um outro elemento diferenciador. As empresas tecnologicamente evoluídas procuram localizar-se próximo de centros de I&D, de centros tecnológicos e de universidades. Muitas delas resultam mesmo de *spillovers* ou da incubação de projetos desenvolvidos nestes centros de investigação. São também empresas que empregam mão de obra altamente qualificada, pelo que a sua localização é sempre condicionada pela presença destes recursos, que se encontram principalmente nas grandes áreas urbanas e metropolitanas. O perfil produtivo e o setor de atividade também podem levar as empresas a procurarem localizações que respondam mais adequadamente às suas necessidades. Este motivo pode levar uma empresa a instalar-se em áreas especializadas nesse tipo de produção (*clusters*), a localizar-se nas imediações de uma grande empresa do mesmo ramo (funcionar como subsidiária de componentes) ou ainda impossibilitar a sua instalação em determinados espaços (uma indústria pesada no interior de uma cidade, por exemplo).

A componente individual está ainda associada à capacidade que os empresários têm em decidir a localização, seja por motivos de conhecimento ou de experiência profissional, seja de mera preferência pessoal, fenómeno que é mais comum nas empresas de pequena dimensão.

Quadro 2: Elementos críticos associados aos fatores de localização industrial

| Fatores                              | Elementos críticos associados a cada fator  |
|--------------------------------------|---|
| Acessibilidade e Transportes         | Proximidade/ligação a autoestradas, terminais ferroviários/ferrovia, portos, rios navegáveis, aeroporto. Proximidade a plataformas logísticas. Existência de <i>pipelines</i> (gasodutos, oleodutos, etc.). Logística para camiões/vagões (cargas/descargas). Sistemas de armazenamento dos produtos. Disponibilidade de serviços postais. Custo de transporte das matérias-primas. Custo de transporte dos bens semiacabados/acabados. Tempo e condições de entrega. Telecomunicações e TIC's.   |
| Proximidade ao Mercado Consumidor    | Existência de um mercado consumidor. Potencial do mercado de consumo. Características do mercado. Dimensão do mercado. Proximidade ao mercado. Previsão da taxa de crescimento do mercado. Custos de transporte para os mercados. Tendências do mercado. Existência de outros concorrentes. Localização dos concorrentes. Posicionamento competitivo da empresa. Volume de negócios da empresa. Serviços de marketing. Oportunidades futuras de expansão do negócio.  |
| Disponibilidade de Mão de Obra       | Disponibilidade de mão de obra. Custo da mão de obra. Mão de obra desqualificada/qualificada. Formação e competências dos trabalhadores. Dinâmica das associações sindicais. Estabilidade do mercado de trabalho. Disponibilidade de mão de obra masculina. Disponibilidade de mão de obra feminina. Estrutura etária da população ativa. Taxa de desemprego. Custo de vida. Condições sociais existentes.  |
| Proximidade às Matérias-Primas       | Proximidade às fontes de matérias-primas. Proximidade aos fornecedores. Disponibilidade de matérias-primas. Sistemas de armazenamento para as matérias-primas e/ou produtos. Localização dos fornecedores. Custos de transportes.   |
| Capital e Disponibilidade Financeira | Capacidade financeira da empresa. Situação e disponibilidade das entidades de crédito. Incentivos financeiros existentes. Custos de instalação da empresa. Custos variáveis ao longo do tempo. Volume de negócios da empresa. Carga fiscal e contribuições sociais das empresas. Estudos de mercado. Planeamento estratégico.   |
| Políticas Públicas                   | Políticas de planeamento. Cobertura e qualidade das infraestruturas existentes. Políticas fiscais e sociais (impostos, contribuições para a segurança social, nível salarial, período de férias, horário de trabalho, etc.). Condicionismos burocráticos e administrativos. Incentivos ao empreendedorismo. Celeridade no processo de constituição/instalação das empresas. Incentivos à captação de investimento. Atitude face ao investimento estrangeiro. Sistema legal e eficiência da justiça. Políticas de marketing. Estabilidade do sistema político. |
| Existência de um Meio Industrial     | Inserção em cadeias de produção. Especialização numa tarefa do sistema produtivo. Maior proximidade institucional. Cooperação e parcerias interinstitucionais. <i>Coopetição</i> . Economias de escala. Sinergias e externalidades. Ampliação do mercado consumidor. Mercado de trabalho especializado. Minimização dos custos de transportes. Acesso às infraestruturas e amenidades instaladas.   |
| Questões Individuais                 | Requisitos especiais das empresas. Proximidade a centros tecnológicos. Condições naturais e culturais existentes. Preferências pessoais dos empresários.  |

### 2.3. Origens, motivações e evolução do conceito de área de acolhimento empresarial

Ao longo do Subcapítulo anterior procurou demonstrar-se que há uma multiplicidade de fatores que condicionam a localização das empresas no território e que, normalmente, o processo de seleção passa por escrutinar o local que apresenta condições mais vantajosas de entre um conjunto de várias opções. Para dar resposta às necessidades locativas das empresas, ao longo do século XX, desenvolveu-se a prática de disponibilizar espaços dedicados para o acolhimento das empresas. O objetivo foi o criar áreas atrativas para a instalação das empresas, que fossem

capazes de estimular o crescimento económico e também de disciplinar o uso do solo e de proteger o ambiente. Estes espaços são conhecidos sob muitas designações. Neste estudo e, para evitar a utilização de terminologias que nem sempre são coincidentes, optou-se por designá-los precisamente por AAE's (áreas de acolhimento empresarial).

As AAE's podem ser definidas como locais planeados e promovidos para acolherem a instalação de empresas (Scott, 2001). Estes espaços obedecem a um plano que estipula a organização do solo (a forma como será ocupado pelas empresas) e define quais as infraestruturas e amenidades que servirão de suporte à sua atividade. As AAE's tanto podem oferecer lotes devidamente infraestruturados para as empresas, como edifícios já construídos (pavilhões industriais) para a sua instalação. Para além da componente infraestrutural, as AAE's podem incluir um conjunto de serviços condominiais e de apoio à atividade das empresas e dos seus trabalhadores. Os benefícios resultantes da instalação das empresas nestes espaços verificam-se, portanto, a vários níveis: na disponibilização de infraestruturas (água, eletricidade, gás, etc.) e de amenidades (integram vários serviços de apoio, como restaurantes, bancos, hotéis, edifícios multiusos, etc.); na existência de serviços condominiais (ao nível da segurança, limpeza, manutenção, entre outros); na oferta de valências de apoio (parqueamento automóvel, serviços privados, etc.); e nas oportunidades decorrentes dos efeitos de *clusterização*, que poderão ser importantes para a atração de novas empresas (aproveitamento de complementaridades). Desta forma, as AAE's permitem dar resposta a um conjunto diversificado de requisitos relacionados com a atividade industrial (Sekhar, 1983). Nesses requisitos enquadram-se não apenas questões de natureza económica (racionalização de custos das empresas, efeitos de escala, reforço da competitividade, complementaridades, etc.), como também aspetos com implicações territoriais (evitar conflitos com outros usos, disciplinar a disponibilização de solo industrial, definir estratégias de desenvolvimento, etc.), e ambientais (tratamentos de resíduos e de efluentes, emissão de poluentes e de ruído, etc.).

A ideia de disponibilizar espaços vocacionados para acolher empresas não é recente. De acordo com alguns estudos (Beyard, 1988; Scott, 2001), as primeiras AAE's surgiram no Reino Unido, EUA, Alemanha e Países Baixos durante a última década do século XIX. O aparecimento do conceito nestes países terá ficado a dever-se à crescente utilização da eletricidade, o que favoreceu a *clusterização* das empresas em espaços dedicados para o efeito, sem causar os problemas decorrentes da utilização do carvão como fonte energética. No caso concreto do Reino Unido, Scott (2001) refere que o primeiro espaço surgiu em Manchester em 1897 (o



Trafford Park). Este parque foi apetrechado com diversas infraestruturas (estradas, ferrovia interna, infraestruturas portuárias, armazéns, eletricidade, etc.) o que, aliado a um sistema atrativo de gestão, que diluía os custos de instalação ao longo do tempo, se revelou decisivo para o seu sucesso. No final da década de 1930, estavam instaladas nesse parque 200 empresas, que empregavam mais de 50000 trabalhadores e em todo o país já existiam 65 AAE's (Scott, 2001). Durante a década de 1930, no Reino Unido e em outros países da Europa, a criação de AAE's enquadrou-se numa política de incentivo ao crescimento económico, para fazer face à depressão subsequente à crise de 1929 (Bruxelas et al., 1973; UKDA, 1986; Gama, 2002).

Mas não foram só as motivações de índole económica que estiveram na origem destes espaços. A criação das AAE's inseriu-se também numa lógica de rejeição do modelo de desenvolvimento industrial e urbano do século XIX, que tinha levado a uma acentuada degradação da qualidade de vida por ação da atividade industrial. Nessa altura, era a indústria que pautava a organização do solo: a sua localização determinava a atração e o crescimento das áreas residenciais e o traçado das vias de comunicação. Na ausência de critérios de planeamento, o crescimento processou-se de forma espontânea e desorganizada, onde coabitavam, lado a lado, a indústria poluidora e os bairros residenciais, com claro prejuízo para as condições de salubridade e da qualidade de vida dos seus residentes. Para resolver este problema, ainda durante o século XIX, em França e na Inglaterra, surgiram os primeiros esforços para travar a implantação de indústrias poluentes nas cidades e para minimizar as emissões de poluentes (Carmona, 2008). Inspirada por estas preocupações higienistas e ambientais, a solução encontrada foi a de regulamentar a separação das funções urbanas através de políticas de planeamento adequadas, tal como também sucedeu na Alemanha e nos EUA no primeiro quartel do século XX (Altes e Tambach, 2008). Surgiu então a noção de que as áreas residenciais e industriais deviam estar fisicamente separadas, nomeadamente por espaços verdes. Nesta altura, os espaços verdes estavam bastante presentes nas políticas de planeamento, muito por influência da conceção de cidade jardim idealizada por Ebenezer Howard, mas também como resultado das conclusões do Congresso Internacional da Arquitetura Moderna realizado em 1933 (Scott, 2001). Esta política de implantação dos espaços industriais na periferia das cidades foi ainda favorecida pelo desenvolvimento dos transportes, mas também pela subida do custo do solo no centro das cidades. Instituiu-se, assim, a prática, que se consolidou na segunda metade do século XX, de criar espaços especializados para o

acolhimento das indústrias separados das restantes funções urbanas, através de políticas de zonamento do solo.

Por esta altura, o forte crescimento económico subsequente à Segunda Guerra Mundial repercutiu-se num aumento significativo do número de AAE's, tendo-se difundido primeiro nos países mais industrializados e mais tarde, a partir da década de 1970, nos países em vias de desenvolvimento. A divulgação das AAE's no período do pós-guerra está diretamente associada ao forte incremento da atividade industrial verificado a partir dessa altura (Gama, 2002).

As AAE's tiveram objetivos e foram promovidas de forma diferente consoante os países em questão. No Reino Unido, as primeiras AAE's resultaram da iniciativa privada, tendo funcionado numa base meramente comercial, com o objetivo de obtenção de lucro por via das rendas pagas pelas empresas. Mais tarde e aproveitando o sucesso do conceito, o Estado viria a promover as AAE's como ferramenta de desenvolvimento económico a partir da década de 1930, nomeadamente através de agências governamentais criadas para o efeito, como a *Industrial Estates Corporations* e a *Board of Trade*. Nos EUA, pelo contrário, as AAE's foram concebidas como instrumentos de planeamento territorial com o objetivo de descongestionar as cidades e de disponibilizar instalações adequadas para as empresas (Udayakumar, 2010). Na Itália, a partir da década de 1950, a criação de AAE's integrou-se numa estratégia governamental mais vasta que visava o desenvolvimento regional, sobretudo dos territórios menos industrializados do sul do país (Udayakumar, 2010). Neste país foram constituídos parques em larga escala a partir da definição de *areas di sviluppo industriale*, cuja gestão ficou a cargo dos *consorzios per lo sviluppo industriale*. Estas entidades, de natureza autónoma e de base local, eram constituídas por municípios, associações industriais, etc. Em França, a criação dos *parcs industriels* ficou a dever-se também a políticas públicas, mas numa perspetiva *bottom up*, uma vez que a iniciativa partia das entidades locais, que pediam autorização ao governador regional que, por sua vez, o submetia à apreciação do *Groupe Interministériel Foncier*. Só depois de aprovado por este órgão da Administração Central é que o projeto poderia avançar. A materialização dos projetos era depois assegurada por sociedades criadas para o efeito (*les sociétés d'économie mixte locales*), com a participação de entidades públicas (com capital maioritário) e privadas. Nos Países Baixos, os municípios foram as entidades responsáveis pela oferta de AAE's com o objetivo de facilitar o desenvolvimento económico e o emprego à escala local (Krabben e Buitelaar, 2011). Estes autores referem que as políticas municipais de promoção de solo industrial foram de tal formas intensas, que geraram diversos problemas,

como o excesso de oferta e a degradação das AAE's. No caso de Portugal, a promoção de solo industrial surge por iniciativa do Governo Central na década de 1970, ou seja, com várias décadas de atraso ao verificado noutros países europeus. O sucesso obtido com os parques industriais na promoção de políticas de desenvolvimento industrial serviu de inspiração à introdução do conceito em Portugal. Porém, a oferta de AAE's (sobretudo de parques industriais) só se viria a difundir a partir da década de 1990, por ação das políticas municipais.

No Japão, o objetivo de promover AAE's foi o de estimular a produtividade das pequenas empresas, encorajando-as a deslocarem-se para estes locais onde poderiam beneficiar dos efeitos de aglomeração, afastando-as do centro das cidades (Udayakumar, 2010). Nos países em vias de desenvolvimento, o rápido crescimento económico verificado a partir da década de 1970, essencialmente no Sudeste asiático, é atribuído à expansão de AAE's e à adaptação da estrutura produtiva à procura e às necessidades do mercado mundial (Chun, 2004). Atualmente, as AAE's estão presentes nas estratégias de desenvolvimento da maioria dos países, embora com uma maior incidência nos mais industrializados onde, de acordo com Singhal e Kapur (2002), estão implantadas 80% delas.

#### **2.4. Os fatores críticos de sucesso para uma AAE**

O sucesso de uma AAE afere-se pela taxa de ocupação de empresas instaladas no respetivo espaço, o que é indicativo da existência de condições favoráveis à sua atividade. Contudo, para que uma AAE possa ser bem-sucedida, torna-se necessário dar cumprimento a um conjunto de procedimentos relacionados com o planeamento e com a gestão dos espaços, tanto na perspetiva territorial, como institucional. O planeamento adequado é um dos aspetos fundamentais onde devem ser seguidas diversas etapas desde a decisão de construção até à monitorização da evolução dos espaços (Figura 2). Um dos aspetos essenciais que devem informar a tomada de decisão é o de saber se a oferta atual é suficiente para dar resposta à procura atual e futura. Nesta primeira etapa, o objetivo consiste em procurar traçar um conjunto de cenários com o objetivo de antecipar a evolução futura. Como referem Mazzarol et al. (2009), um dos principais problemas a evitar é o de que haja uma política de excessiva promoção de solo industrial, que conduzirá a uma baixa taxa de ocupação das AAE's, desperdiçando recursos, afetando solo desnecessariamente e contribuindo para uma baixa produtividade ou eficiência espacial (valor gerado por metro quadrado do território). Quando os estudos prévios demonstram

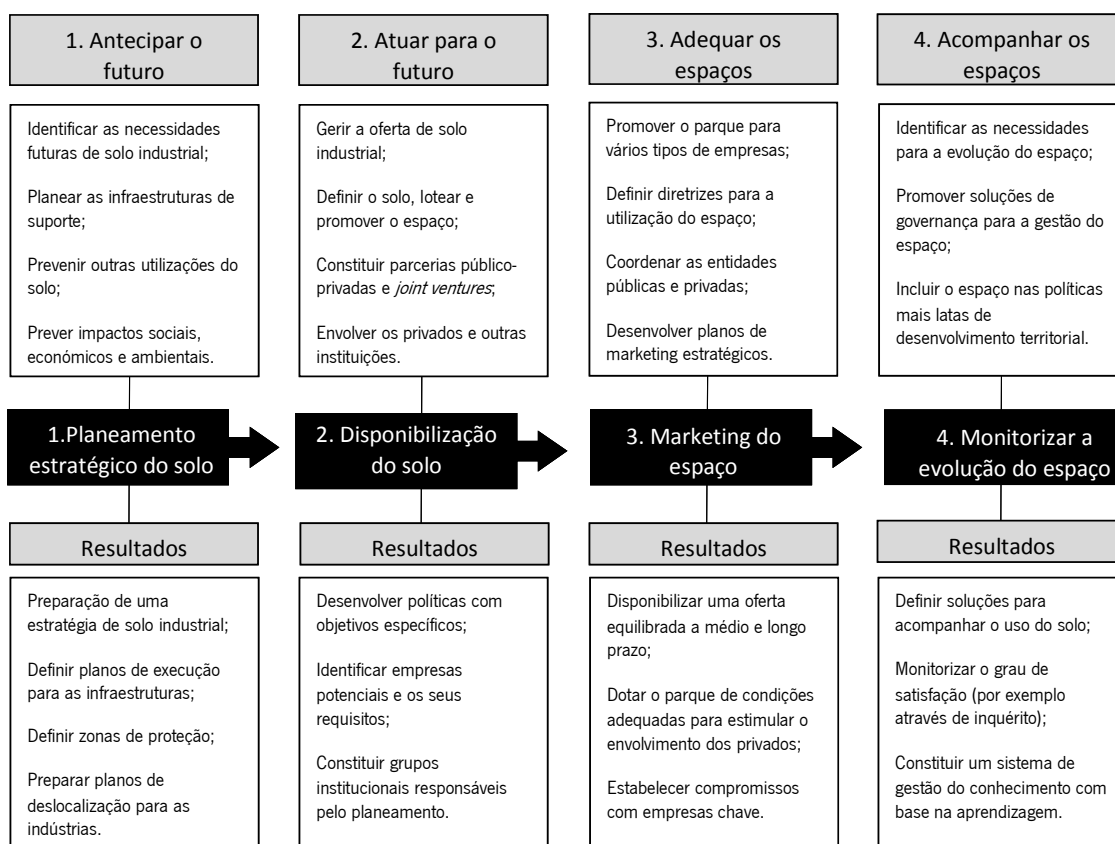
a pertinência de se avançar com uma AAE, todo o trabalho se deve fazer numa perspetiva de planeamento estratégico, ou seja, através de uma abordagem integrada (com outros projetos de desenvolvimento territorial), de longo curso (médio/longo prazo), participativa (com o apoio de outras instituições públicas e privadas) e de acompanhamento (monitorizando a sua evolução).

A delimitação e o zonamento territorial da AAE são o primeiro passo após a decisão estar tomada. O zonamento é um aspeto determinante de que depende uma adequada contextualização territorial e ambiental dos espaços. Em particular, o estudo do local mais apropriado para a instalação de uma AAE deverá ter em conta os diversos fatores críticos para a atividade das empresas. De entre esses fatores destacam-se os seguintes:

- Boa acessibilidade e proximidade a infraestruturas logísticas (transporte, armazenagem e distribuição): a existência de bons acessos rodoferroviários, a proximidade e a ligação a portos e aeroportos é determinante para o sucesso de uma AAE, nomeadamente para as empresas que implicam o movimento de materiais pesados e volumosos;
- A cobertura por um conjunto de infraestruturas (eletricidade, água, gás, telecomunicações, etc.), que são necessárias para a atividade das empresas;
- A existência/proximidade a serviços: a existência de vários serviços no interior ou nas proximidades dos espaços poderá ser importante para a decisão de instalação. Entre esses serviços encontram-se os bancos, correios, zonas comerciais, restaurantes, etc.;
- Os custos de instalação: os custos do terreno, de construção e de manutenção são um aspeto chave na decisão de instalação. As empresas com necessidades de maiores áreas de implantação poderão ser mais sensíveis aos custos de compra/arrendamento do que aquelas que têm menores necessidades;
- A proximidade ao mercado de trabalho: as empresas também procuram ficar próximas de áreas onde existe mão de obra mais ou menos qualificada, consoante as empresas e o perfil dos espaços. Isto implica a existência de boas vias de comunicação entre as AAE's e as áreas residenciais, de transportes públicos e de bolsas de estacionamento.

Nesta fase prévia, há ainda dois aspetos fundamentais que devem ser tratados. Um deles relaciona-se com as características intrínsecas do próprio espaço: a definição do tipo de empresas a que se destina (pesadas, ligeiras), o dimensionamento do espaço e dos lotes em função do tipo de empresas segmentadas, a definição de áreas de expansão, etc. O segundo relaciona-se com a estrutura institucional do próprio espaço: quem promove o espaço? Há condições de financiamento para o concretizar? Que entidades mobilizar? Que tipo de gestão

será adotada? Como será feita a cedência dos lotes/pavilhões (venda, arrendamento?). O adequado esclarecimento destes aspetos é meio caminho andado para o sucesso da AAE.



Fonte: Mazzarol et al., 2009.

Figura 2: Etapas a considerar na construção de uma AAE

A segunda etapa consiste em materializar o plano delineado. É a etapa onde se procede às operações de loteamento e de infraestruturização do terreno, através das quais se criam as condições necessárias à instalação das empresas. A disponibilização do espaço deve ser feita a pensar no futuro, isto é, nas empresas que se pretende atrair, mas também através da oferta de um conjunto de infraestruturas e de serviços avançados, que respondam às modernas solicitações dessas empresas. É também nesta fase que se começa a divulgar o espaço, nomeadamente com o objetivo de atrair as empresas que se identificaram como sendo potenciais interessadas. É ainda durante esta fase que a moldura institucional começa a definir-se, com a constituição de parcerias e de acordos de cooperação entre as várias entidades, onde ficam consignados, entre outros aspetos, o papel de cada entidade e a sua contribuição financeira no projeto. Isto, claro, nas situações em que a promoção do espaço é da responsabilidade de mais de uma entidade. Com efeito, o desenvolvimento de formas de

governança sólidas nas etapas iniciais do projeto é essencial para o sucesso futuro de uma AAE, pois dá mais garantias em termos da viabilidade financeira dos projetos e da execução das ações projetadas (Mazzarol et al., 2009).

A terceira e a quarta etapas do processo correspondem à gestão da AAE, embora com algumas diferenças. Na terceira etapa procede-se à definição de uma política de marketing para o espaço. Nesta fase é importante que a política de gestão do espaço seja feita de forma flexível, para poder atrair diversos tipos de empresas dentro do perfil segmentado. A preocupação em captar e manter no espaço empresas chave é fundamental para o sucesso das AAE's, pelo efeito de galvanização que geram. A coordenação entre as entidades gestoras é fundamental para se conseguirem políticas de marketing e de fidelização das empresas mais eficazes. É também nesta fase que se colocam em prática as regras que deverão ser seguidas pelos diversos utilizadores do espaço. A última etapa, não menos importante, corresponde à fase em que se faz o acompanhamento e monitorização do espaço ao longo do tempo. Durante esta fase procede-se a uma gestão proactiva do espaço, com o objetivo de o manter atrativo para as empresas instaladas e para atrair novos investidores, tendo em atenção a concorrência existente no mercado. Dar uma resposta adequada às necessidades das empresas é uma forma de garantir uma evolução virtuosa de uma AAE. Há várias formas de se obter esta informação, nomeadamente através da realização de inquéritos aos empresários e de consultas a peritos. A continuidade das políticas de marketing e a articulação das AAE's nas demais estratégias de desenvolvimento regional são outras formas de gerir estes espaços de forma proactiva.

Em Portugal, a prática mostra que estes critérios de planeamento têm estado ausentes ou têm sido considerados de forma superficial, de que têm resultado opções de localização deficientes ou mesmo injustificáveis (Silva et al., 2008; Silva, 2009). Em muitos casos, as opções de localização das AAE's nem vão ao encontro dos requisitos dos empresários, nem têm grande fundamentação territorial. A resolução deste problema está também no topo das prioridades das atuais políticas públicas para o acolhimento empresarial em Portugal, com o objetivo de tirar partido dos principais contributos e, ao mesmo tempo, de mitigar os principais riscos associados à criação das AAE's (Quadro 3). Nos Subcapítulos 2.6 e 2.7 apresentam-se com mais detalhe os objetivos e as orientações dessas políticas.

Quadro 3: Principais contributos e riscos associados à criação de AAE's

| Contributos   | Riscos   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Existência de um meio atrativo para a instalação das empresas, com infraestruturas e amenidades.</li> <li>- Redução da conflituosidade com outros usos; desenvolvimento territorial mais sustentado; redução dos impactos ambientais;</li> <li>- Oferta de condições diversificadas (lotes, edifícios, áreas) para a atração de indústrias.</li> <li>- Obtenção de benefícios económicos para as empresas (menores custos, economias de escala, maior cooperação, cadeias de produção, etc.).</li> <li>- Soluções institucionais eficientes na gestão e na manutenção do espaço.</li> <li>- Criação de polos de desenvolvimento, geradores de postos de trabalho, de novos serviços e de dinâmicas complementares ao nível residencial, dos transportes, etc.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elevada exigência financeira associada aos custos de instalação e de manutenção dos espaços.</li> <li>- Risco financeiro associado ao investimento.</li> <li>- Criação de assimetrias à escala local, pois a criação de AAE's gera uma vantagem comparativa face aos territórios envolventes.</li> <li>- Problemas ambientais decorrentes da recolha e tratamento dos resíduos/efluentes das indústrias.</li> <li>- Dificuldade/morosidade nas ações de ampliação e/ou de reafecção dos usos, devido à rigidez das figuras de planeamento.</li> <li>- Dificuldades em garantir a segurança dos espaços devido à sua dimensão e às paragens de atividade (noite e fins de semana).</li> <li>- A concorrência interposta pelas demais AAE's na captação de empresários/investidores.</li> </ul> |

## 2.5. As tipologias das áreas de acolhimento empresarial

No urbanismo industrial, há uma grande proliferação de terminologias para designar os espaços empresariais, que estão associadas à evolução histórica e ao contexto geográfico do próprio conceito. Pelo facto de terem surgido e evoluído com sucesso no Reino Unido e nos EUA, muitos dos termos atualmente utilizados são de origem anglo-saxónica, tais como os *Business Parks*, os *Research and Development Parks* e os BIC's (*Business and Innovation Centers*). A globalização e a divulgação da língua inglesa têm contribuído para massificar estes conceitos um pouco por todo o mundo. Contudo, um dos fatores que mais contribuiu para a evolução do conceito de AAE foi a alteração do paradigma do desenvolvimento industrial e a própria redefinição do conceito de indústria e das suas necessidades, que passou de um setor tipicamente transformador, para um setor com uma maior componente de serviços, de tecnologia e de informação (Beyard, 1988). Por isso, os parques industriais da atualidade são muito diferentes dos primeiros exemplos que surgiram no século passado, facto que tem levado a que a noção de *parque industrial* esteja a cair em desuso, porque remete para um modelo de desenvolvimento que está ultrapassado. Com efeito, nas novas tipologias de AAE's, as atividades produtivas e transformadoras tradicionais, que eram características dos primeiros parques industriais (como a indústria pesada) têm sido substituídas por atividades mais ligeiras, mais intensivas em inovação e tecnologia, cuja função não se esgota na produção, mas inclui outras valências, como a investigação, a prestação de serviços, o lazer, etc.

Estas mudanças repercutiram-se nas próprias características e no funcionamento das AAE's, que passaram a ser espaços com uma maior intensificação tecnológica e com uma maior base de apoio em termos de serviços ao nível da produção, da gestão e da comercialização. Assim, o conceito de AAE pode retratar realidades diferentes onde se podem incluir várias tipologias de espaços como os parques industriais, os parques empresariais, os parques tecnológicos e os parques de ciência e tecnologia, podendo haver em cada uma delas várias subcategorias (Gama, 2002; Silva et al., 2008). Para além destes, há outras AAE's especializadas, como aqueles que se destinam a acolher indústrias específicas, como a petroquímica, a construção naval, entre outras.

Além disso, verifica-se que cada tipologia de AAE apresenta diferentes exigências no que respeita às características dos territórios. Num estudo de sistematização, a UNIDO (1997) classifica as AAE's de acordo com três critérios: a localização, o tipo de atividades desenvolvidas e a forma de promoção dos parques. No que respeita ao primeiro critério, os espaços são classificados em urbanos, semiurbanos e rurais. Os urbanos são aqueles que estão localizados em grandes cidades ou em áreas metropolitanas, com mais de meio milhão de habitantes; os semiurbanos localizam-se em espaços de menor densidade populacional, considerando como referência um espaço urbano com mais de 50000 habitantes; Os rurais correspondem às AAE's localizadas em redor dos centros urbanos de menor dimensão e no espaço rural propriamente dito. De forma similar, Silva et al. (2008) consideram que as características do território condicionam o tipo de AAE a instalar. Para os autores, os espaços metropolitanos são os mais polivalentes, tendo potencial para acolher várias tipologias de AAE's. Já os espaços rurais de baixa densidade são os mais restritivos, pois só tipologias muito específicas poderão operar com sucesso nestes territórios. No que respeita ao tipo de atividades, as AAE's podem classificar-se em: compósitas (constituídas por empresas que operam em diferentes ramos de atividade); complementares (AAE's constituídas normalmente por pequenas empresas, de diversos ramos, cuja atividade gravita em torno de uma empresa de maiores dimensões, da qual são fornecedoras); e funcionais (AAE's formadas por empresas do mesmo ramo e que produzem o mesmo tipo de artigos). Nos critérios associados ao tipo de promoção distinguem-se: as AAE's de iniciativa pública, que são promovidas pelos governos centrais, regionais ou municipais; as AAE's privadas, que são promovidas por entidades privadas, sejam elas empresários, investidores ou sociedades promotoras; e as público-privadas, que ocorrem nos casos em que as AAE's são da responsabilidade de parcerias público-privadas. A criação de AAE's está subjacente



a várias funções que não são mutuamente incompatíveis (UNIDO, 1997). As principais funções promovidas pelas AAE's são de natureza económica (melhoria das condições para a atividade das empresas), ambiental (controlo de emissões e de efluentes das empresas) e territorial (disciplina do uso do solo e competitividade territorial).

No caso português, verifica-se que as diversas tipologias de espaços empresariais não se encontram legalmente enquadradas (exceção feita às ALE's – Áreas de Localização Empresarial). Por essa razão, estes espaços são designados por uma grande variedade de designações, tais como: *parque industrial, loteamento industrial, zona industrial, zona empresarial, parque empresarial, centro empresarial, polo empresarial, centro de negócios*, etc. Apesar de retratarem realidades muito distintas, estes conceitos são utilizados, frequentes vezes, de forma indiferenciada. Nos Subcapítulos seguintes procede-se a uma clarificação destes conceitos, com o objetivo de caracterizar e de distinguir as principais tipologias existentes. É dado um enfoque particular aos parques industriais, por corresponderem à categoria de AAE que prevalece no presente estudo.

### **2.5.1. Parques industriais e ecoparques industriais**

Os parques industriais correspondem à tipologia de AAE mais convencional, nomeadamente ao conceito britânico de *industrial estate*. Este conceito surgiu no Reino Unido, onde foi utilizado durante muito tempo e se difundiu para outros países. Mas mesmo nos seus primórdios, de acordo com Scott (2001), as *industrial estates* eram compostas por várias tipologias diferentes, como as *Dock Estates* (parques de grande dimensão concebidos para indústria pesada), as *Large Free-Standing Estates* (parques mais pequenos dimensionados para indústria ligeira) e as *Factory Estates* (parques de pequena dimensão promovidos durante a década de 1930 essencialmente em torno de Londres). De acordo com Silva (2009), a designação de parque industrial começou a ser utilizada de forma mais consistente nos EUA a partir da década de 1950, em detrimento de um conjunto de denominações até então utilizadas (*Manufacturing District, Organized Industrial District* e *Industrial Estate*). Com o decorrer do tempo, surgiram vários contributos que permitiram definir as características dos parques industriais. Logo em 1958, no âmbito das conclusões da *Dartmouth College Conference on Industrial Parks*, os parques industriais são caracterizados como sendo uma área subdividida e desenvolvida de acordo com um plano abrangente para uso de uma comunidade de indústrias. O plano devia

basear-se num projeto onde seriam definidas as características físicas e as infraestruturas do parque, em respeito pelas zonas envolventes (Silva, 2009). Mais tarde, em 1971, os critérios dos parques industriais são definidos com maior profundidade pela *National Association of Industrial and Office Parks*. Um parque industrial passa então a ser entendido como sendo uma área de terreno, sob contínuo controlo, que disponibiliza equipamentos, infraestruturas e serviços para os negócios e para as empresas, de acordo com um plano. O objetivo passa a ser o de criar um espaço que fosse eficiente para a atividade das empresas e que tivesse uma adequada compatibilização com o meio ambiental. Esta noção viria a cimentar-se e o sucesso obtido levou à expansão desta tipologia por diversos países.

Em Portugal, o parque industrial corresponde à tipologia de AAE que mais foi promovida ao longo das últimas décadas. Como se detalha no Subcapítulo 2.6, os parques industriais foram regulamentados através do Decreto-Lei n.º133/73, de 28 de março, mas a promoção destes espaços foi reduzida até à década de 1990, altura em que os municípios passaram a delimitar zonas industriais e a promover planos de pormenor e operações de licenciamento para estes parques industriais. Por essa razão, há algumas expressões que são utilizadas como sinónimas de *parque industrial*, o que não é correto, devido a retratarem realidades diferentes (Gama, 2002). A expressão *zona industrial* é uma delas. As zonas industriais (do francês *zones industrielles*) correspondem a uma área delimitada num plano para uso industrial, ou seja, compreendem o zonamento de um espaço que é reservado para futura utilização industrial, sem que esteja ainda infraestruturado. A definição destas zonas é da competência das autarquias e, numa lógica de planeamento estratégico, pretendem dar resposta à procura de solo industrial. A confusão é extensiva à noção de loteamento e de parque industrial, embora estes sejam conceitos mais próximos. A principal diferença reside, fundamentalmente, na natureza da entidade que promoveu o espaço: o parque industrial é de exclusiva iniciativa das entidades públicas, enquanto os loteamentos tanto podem ser promovidos por entidades públicas, como privadas (Carmona, 2008). Tanto os parques como os loteamentos industriais são espaços infraestruturados, podendo incluir áreas edificadas e serviços de apoio. Ambos implicam a existência de um projeto de loteamento.

Os parques industriais são a tipologia de AAE mais flexível, podendo assumir diferentes subcategorias do ponto de vista territorial, da dimensão e dos usos dominantes. Na perspetiva territorial, os parques industriais podem estar implantados em espaços com características muito diversas, onde se incluem os espaços rurais (normalmente associados a estratégias de

desenvolvimento local, que podem tirar partido de certos recursos locais), a espaços de elevada densidade industrial (para disciplinar a ocupação do território, disponibilizando espaços atrativos para a instalação das empresas) até às áreas urbanas e metropolitanas (sendo nestes casos parques de maiores dimensões, que estão normalmente localizados nas periferias ou nas imediações de infraestruturas logísticas). Nos espaços rurais, os parques têm uma forma de implantação dispersa, enquanto nas áreas urbanas e metropolitanas já surgem tipologias em contínuo urbano (mistura funcional de usos), estando muitas vezes associados a antigas implantações industriais. No que se refere à dimensão dos parques, verifica-se que existe uma grande variedade de situações. Gago e Garcia (1994) distinguem a existência de cinco categorias: (i) os micro parques (parques com menos de 2 ha de superfície); (ii) os parques de pequena dimensão (2 a 10 ha); (iii) os parques de média dimensão (10 a 50 ha); (iv) os parques de grande dimensão (50-100 ha); (v) e os macro parques (parques com mais de 100 ha de área). No que respeita aos usos dominantes, Gago e Garcia (1994) consideram a existência de duas tipologias: os parques de uso industrial e os parques temáticos ou especializados. Os primeiros correspondem aos espaços convencionais ocupados por empresas do setor transformador, onde se incluem frequentemente outras atividades, como o armazenamento de produtos e as oficinas de reparação. Os parques temáticos são de origem mais recente e englobam múltiplas situações, como os parques tecnológicos e os parques de ciência e tecnologia, que estão mais direcionados para a instalação de empresas mais intensivas em tecnologia e conhecimento.

Na prática verifica-se que há uma estreita articulação entre a localização, a dimensão e a tipologia das empresas instaladas nos parques industriais. Neste contexto, Gago e Garcia, (1994) e Mazzarol et al. (2009) identificam a existência de algumas situações-tipo:

- Os grandes parques industriais destinados a acolher indústrias pesadas, como as siderúrgicas e as cimenteiras, que necessitam de grandes áreas de implantação e de diversas instalações. Porém, a noção de parques de grandes dimensões é relativa, verificando-se que nos EUA são frequentes os parques com mais de 100 ha de superfície, enquanto na Europa estes exemplos são mais raros (Gago e Garcia, 1994). De qualquer dos modos, correspondem a parques de grandes dimensões, que gozam de bons acessos e estão localizados nas proximidades de diversas plataformas logísticas, tais como portos e terminais ferroviários. São parques incompatíveis com outros usos, exigindo um afastamento razoável nomeadamente em relação às áreas residenciais. Resultam de políticas estratégicas de desenvolvimento territorial.

- Os parques de dimensão média, que são os mais adequados para serem promovidos em territórios onde já existem níveis de industrialização consolidados. Correspondem à solução mais rápida de executar e que responde mais eficazmente à procura de solo industrial nestes territórios. Incluem tanto lotes de grande como de pequena dimensão, vocacionados para indústrias de diferentes dimensões que, por norma, são menos poluentes e exigentes em espaço que as existentes nos parques de indústrias pesadas. Por isso, estes parques podem situar-se mais perto das áreas residenciais.

- Os parques de pequenas dimensões destinados a indústrias ligeiras, sendo normalmente constituídos por lotes de pequena dimensão, que acomodam indústrias pouco poluentes e que podem facilmente articular-se com outros usos (comercial, residencial, lazer). Estes parques tanto podem localizar-se em meio rural, como urbano. No primeiro caso, correspondem à oferta de pequenos espaços de acolhimento numa lógica de desenvolvimento local. São espaços vocacionados para acolher pequenas indústrias, por vezes ligadas aos setores locais, como as agroalimentares, madeira e recursos minerais não metálicos, mas acolhem também outras atividades como oficinas de reparação e armazéns. No segundo caso, revestem a forma de parques instalados em pequenos quarteirões e nas imediações de áreas residenciais. Podem resultar da delimitação de pequenas concentrações de indústrias existentes no tecido urbano, mas também podem ser promovidos para acolher unidades industriais que se localizavam em edifícios habitacionais dispersos pela cidade. Estes parques em áreas urbanas diferem das antigas instalações industriais existentes na malha urbana, que eram mais exigentes em espaço e operavam em setores que entretanto entraram em declínio (indústrias pesadas, conserveiras, de moldes, têxteis, etc.). O encerramento destas unidades obrigou ao desenvolvimento de várias políticas de reabilitação urbana, onde tem sido comum a reconfiguração do antigo uso industrial, para outros usos mais compatíveis com a função residencial (espaços de lazer, centros comerciais, museus, sedes institucionais, etc.), mas também para alojar indústrias não poluentes (indústrias criativas, incubadoras de empresas, etc.).

A partir da década de 1990 assistiu-se ainda à difusão de uma categoria especial de parques industriais: os ecoparques (Silva, 2009). De acordo com a AIM (2008b), a noção de ecoparque decorre da evolução dos parques convencionais, distinguindo-se destes pela adoção de princípios e de práticas ambientalmente mais sustentáveis. Na verdade, as preocupações ambientais têm estado muito presentes nas políticas recentes, como se conclui a partir das múltiplas iniciativas direcionadas para a recuperação de áreas industriais desmanteladas ou

obsoletas (os *brownfields*) nos EUA e Europa (Krabben e Buitelaar, 2011). Paralelamente, desenvolveu-se a necessidade de criar parques de raiz que fossem mais eficientes do ponto de vista ambiental do que os seus congéneres convencionais. A preocupação em adotar estes princípios adveio da falta de controlo e de regulamentação de empresas localizadas em alguns parques industriais, que acabaram por gerar problemas ambientais complexos e de difícil resolução que, em alguns casos, ultrapassaram os limites físicos do próprio parque, atingindo o ecossistema e as zonas urbanas envolventes. Os princípios de sustentabilidade traduzem-se não só pela adoção de práticas mais sustentáveis (poupança partilhada de recursos, tratamento de efluentes, separação de resíduos, etc.), como por todo um conjunto de procedimentos que pretendem racionalizar e reduzir os custos de instalação, de operação e de manutenção dos próprios espaços. Assim, o que mais distingue os parques industriais tradicionais dos ecoparques é o planeamento inicial efetuado na ótica da sustentabilidade ambiental e o compromisso ecológico das empresas que procuram ter uma gestão ambiental mais sustentada (Silva, 2009). Na literatura há um grande volume de estudos em torno dos ecoparques (Heeres et al., 2004; Deog et al., 2005; Gibbs e Deutz, 2005). Um dos casos mais emblemáticos é o do ecoparque de Kalundborg (Dinamarca), onde existe um grau de cooperação muito estreito entre as empresas ao nível da partilha de recursos e da reutilização dos materiais (Carmona, 2008). No caso português e de acordo com a AIM (2008b), a ausência completa de uma sistematização da prática da aplicação de princípios de gestão ambiental em áreas industriais e a reduzida adoção destas mesmas práticas pelas empresas pode ser considerada como uma das principais críticas ambientais ao desenvolvimento empresarial nos últimos anos.

### **2.5.2. Parques empresariais/ Parques de negócios**

Os parques empresariais ou parques de negócios correspondem aos *businesses parks* da experiência anglo-saxónica. De acordo com Silva (2009), os primeiros parques empresariais surgiram na década de 1970, com o objetivo de apetrechar os parques industriais tradicionais com outras valências, como escritórios, atividades comerciais e recreativas. Esta tipologia viria a difundir-se com o tempo, estando hoje muito associada à existência de serviços de apoio à gestão, incluindo os de natureza tecnológica (Silva et al., 2008). Os motivos que estiveram na origem do crescimento desta tipologia foram a necessidade de tornar os parques mais polivalentes, retirando a componente excessivamente industrial que lhes era atribuída e, ao

mesmo tempo, responder à evolução das atividades económicas, que passaram a incorporar uma maior intensificação tecnológica e de serviços. Os parques empresariais apresentam um maior índice de qualificação infraestrutural e de amenidades, que transcendem a mera função produtiva, com zonas de lazer e espaços verdes. Incluem também áreas com escritórios, onde podem funcionar uma grande multiplicidade de serviços (gabinetes de engenharia, bancos, sedes de empresas, centros de convenções, etc.). São, portanto, espaços vocacionados para atrair empresas com perfil diferente dos parques industriais, distinguindo-se por empregarem recursos humanos mais qualificados e por estarem direcionados para empresas de perfil mais inovador e tecnológico. Estes parques diferenciam-se ainda por terem uma localização mais ponderada, que procura tirar partido de bons acessos rodoviários e da proximidade a plataformas logísticas, nomeadamente a aeroportos. Outras características associadas a estes parques incluem a maior preocupação com a arquitetura dos edifícios, com o arranjo dos espaços exteriores, com a valorização ambiental e com a correta integração paisagística. Estes parques podem ainda ser temáticos, refletindo de algum modo estratégias de desenvolvimento regional assentes em determinados setores.

No Reino Unido há uma relativa presença desta tipologia de parques. Em Silva et al. (2008) são analisados com mais detalhe dois destes parques situados no sul da Inglaterra (o Express Park Bridgwater e o Plymouth International Business Park). Em Portugal, esta tipologia enquadra, para além das citadas, outras designações, tais como *parques de escritórios* e *zona empresarial*. Quer nos casos internacionais, quer nos nacionais, a abrangência desta tipologia é grande, pelo que não é fácil, por vezes, balizar a sua extensão, nomeadamente quando se confrontam estes parques com os parques tecnológicos.

Os parques empresariais aparecem numa grande diversidade de territórios. Contudo e de acordo com Silva et al. (2008), a sua presença é particularmente relevante nos espaços não metropolitanos de alta densidade industrial, pela ação que podem desempenhar em termos de ordenamento territorial e do reforço da competitividade das empresas. E na orla das cidades, numa lógica de ordenamento e de revitalização económica, para fazer face ao processo de desindustrialização verificado no centro de muitas delas, onde outro tipo de atividades (serviços) têm emergido.

### **2.5.3. Parques comerciais**

Os parques comerciais têm a sua origem nas *Trading Estates* da experiência britânica. A lógica subjacente ao surgimento e evolução deste tipo de parques foi idêntica à dos parques industriais, com a única ressalva de que foram planeados para atrair atividades comerciais (não produtivas). O diferente tipo de clientes faz com que os parques comerciais apresentem algumas especificidades. Em termos locativos, estes parques tendem a localizar-se nas periferias das grandes cidades, onde está o seu mercado consumidor. Por norma, são parques que gozam de bons acessos rodoviários, tendo boa conexão com as artérias estruturantes, que ligam a cidade a outros centros urbanos e logísticos regionais. Em termos de planeamento, são espaços concebidos para atrair empresas de comércio grossista e a retalho, nomeadamente com pavilhões adequados, com estruturas facilitadoras das operações de carga/descarga dos veículos pesados, com bolsas de estacionamento e vias dimensionadas tanto para estes veículos, como para os ligeiros dos consumidores. Nota para o facto desta tipologia não coincidir rigorosamente com a dos centros comerciais (*shopping centres*), que se difundiram bastante a partir da década de 1970. Em termos de semelhanças ambos se destinam a acolher atividades comerciais e tendem a localizar-se na periferia das cidades (embora a primeira geração de centros comerciais se localizasse no centro das cidades e mais recentemente terem sido utilizados em estratégias de reabilitação dos centros urbanos). Quanto às diferenças, os centros comerciais enquadram lojas de retalho, a esmagadora maioria delas pertencentes a cadeias multinacionais ou em regime de *franchising*, estando localizadas num único edifício e dispostas ao longo de arruamentos, onde se incluem outros diversos serviços âncora (restaurantes, cinemas, etc.). Contudo, ao longo dos últimos anos surgiram vários formatos híbridos de comércio e de lazer, que combinam características de ambas as tipologias, como os *retail parks* ou os *factory outlet centers*.

### **2.5.4. Parques tecnológicos**

Os parques tecnológicos correspondem a uma moderna tipologia de espaços empresariais, que foi concebida para acolher as empresas de maior componente tecnológica e inovadora. Os parques tecnológicos reconfiguram o próprio conceito tradicional de parque industrial, onde é cada vez mais difícil destriçar as atividades do setor transformador e dos serviços (Chun, 2004). Esta tipologia distingue-se quer pela maior componente tecnológica, quer pela existência

de serviços mais avançados e de um maior cuidado com o planeamento e até com o *design* dos espaços exteriores e dos locais de trabalho. As empresas que se instalam nestas áreas são normalmente *high tech*, não apenas ao nível da produção, como ao nível da pesquisa e do desenvolvimento de novos produtos/serviços. Ao contrário dos parques industriais, nos parques tecnológicos há uma maior preocupação em incluir outras valências, como equipamentos desportivos, sociais e espaços verdes, que são colocados ao dispor dos trabalhadores.

Os parques tecnológicos são uma tipologia transversal a várias categorias de espaços. Para Silva et al. (2008), nesta tipologia podem integrar-se as incubadoras de empresas, os *Business & Innovation Centres* (BIC's) e os próprios parques empresariais que, como se referiu, apresentam algumas características que os aproximam desta categoria.

As incubadoras de empresas correspondem a organizações suportadas por uma ou mais instituições que promovem programas de apoio a *start-ups*, disponibilizando um elevado suporte à criação de novas empresas em áreas específicas, facultando apoio em termos tecnológicos, de gestão, de acesso a capital, de cedência de espaço para a instalação, etc.

Os BIC's correspondem a uma categoria similar à anterior, estando direccionados para atividades/setores emergentes de alta intensidade tecnológica e de forte componente inovadora, o que justifica a designação que, por vezes, surge de incubadora de empresas de base tecnológica. São centros vocacionados para o desenvolvimento de empresas inovadoras mediante mecanismos de incubação e de *spin-off*. Devido às atividades desenvolvidas, os BIC's tanto podem estar localizados em parques tecnológicos, como no interior dos próprios espaços urbanos, inseridos em programas de reabilitação urbana e de atração de criativos.

Os territórios que reúnem condições mais favoráveis à instalação destes parques são os espaços metropolitanos (Silva et al., 2008). Estes territórios são os que apresentam amenidades e condições mais favoráveis para a atração dos recursos qualificados que trabalham nestes parques. Em Portugal existem vários exemplos de parques tecnológicos, tais como o Biocant Park (Parque tecnológico de biotecnologia de Cantanhede), o Obitec, Parque Tecnológico de Óbidos (direccionado para as indústrias criativas), o TecVal (Centro de Incubação de Empresas de Novas Tecnologias do Vale do Sousa) e a INSerralves (incubadora de indústrias criativas da Fundação de Serralves).



### **2.5.5. Parques de ciência e tecnologia**

Esta tipologia corresponde aos *science parks* ou *science and technological parks* da experiência anglo-saxónica. Os requisitos da competitividade económica e a necessidade de manter o tecido produtivo na vanguarda da tecnologia e do conhecimento são as principais causas que estão na origem do surgimento e difusão destes parques. Estes parques correspondem a organizações dirigidas por universidades, podendo ainda integrar na sua rede institucional outras entidades ligadas à produção e à transferência de tecnologia. Para Silva et al. (2008), os parques de ciência e tecnologia estão no limiar do conceito de AAE, uma vez que a sua principal função consiste em investigar, desenvolver e transferir conhecimentos e tecnologias para as empresas, tendo por destinatários um conjunto de empresas e de organizações que não se confinam a um espaço empresarial em concreto. Os parques de ciência e tecnologia estão frequentemente localizados na proximidade de universidades, nomeadamente de escolas de engenharia, e de outros centros de I&D. As empresas que se instalam nestes parques estão subordinadas à natureza das atividades a desenvolver, mas incluem habitualmente empresas de base tecnológica. A existência de incubadoras de empresas é também frequente. A conceção destes parques obedece a critérios rigorosos de planeamento, onde as questões relacionadas com a arquitetura dos espaços, do *design*, dos espaços verdes e da inclusão de diversas valências, como espaços sociais e de lazer, são alvo de atenção especial. O objetivo é o de criar ambientes favoráveis à inovação e à I&D.

De acordo com Silva et al. (2008), os espaços metropolitanos, pela sua dotação em serviços avançados, pelas boas acessibilidades externas, pela proximidade a plataformas logísticas e por concentrarem as atividades de I&D são os mais adequados para acolher os parques de ciência e tecnologia. Ao longo dos últimos anos, surgiram vários parques de ciência e tecnologia em Portugal. São os casos do Tagus Park (o maior e mais antigo parque nacional, tendo sido criado em 1992), do AvePark (Guimarães), do TecMaia (Maia), do UPTec (Porto), entre muitos outros.

### **2.6. As políticas públicas para o acolhimento empresarial em Portugal e os seus impactos**

Em Portugal, as políticas públicas direcionadas para o acolhimento empresarial surgiram com várias décadas de atraso ao verificado noutros países europeus (Fonseca e Ramos, 2010). As primeiras referências são genéricas e surgem num contexto mais vasto de ordenamento do

território. Por exemplo, em 1934, o Decreto-Lei nº24802 estipulava que as câmaras municipais deviam proceder ao levantamento topográfico das respetivas sedes de concelho, com o objetivo de elaborarem planos urbanísticos, onde se definisse a localização de *centros industriais e comerciais*. Mas estas políticas não tiveram resultados práticos. Foi preciso esperar pela década de 1970 para que surgisse legislação específica relativa à instalação dos primeiros parques industriais no país, apesar de algumas iniciativas públicas, como o III Plano de Fomento (1968-1973), veicularem a criação de parques industriais, com o intuito de corrigir as assimetrias regionais. As políticas públicas mais relevantes foram a Lei n.º3/72, de 27 de maio, e o Decreto-Lei n.º 133/73, de 28 de março. A Lei de 1972 estabelecia as condições e os princípios gerais inerentes à política de criação de parques industriais, enquanto o Decreto-Lei de 1973 regulamentava com mais detalhe essas disposições. O diploma estipulava que os parques industriais eram “uma aglomeração planeada de unidades industriais cujo estabelecimento visará objetivos de fomento industrial” (Jeremias, 2012: 10). O Decreto-Lei definia ainda as infraestruturas e os serviços que cada parque teria que possuir para ser reconhecido como tal, onde se incluíam elementos básicos (rede rodoviária, rede de água, eletricidade, etc.), como serviços económicos e sociais mais evoluídos (serviços sociais, de apoio ao investidor, de segurança, etc.). Nota ainda para o facto do diploma estabelecer que os parques teriam que ser geridos por um órgão próprio, responsável pelo cumprimento das disposições e das normas aplicáveis, bem como pela manutenção do parque e funcionamento dos respetivos serviços e instalações (Decreto-Lei n.º133/73, de 28 de março, Artigo 4º).

Além do enquadramento anterior, o referido Decreto-Lei teve um outro contributo importante que foi a criação da Empresa Pública de Parques Industriais (EPPI). Esta entidade foi dotada de autonomia financeira e administrativa para promover e gerir parques industriais em Portugal. Em 1977, a EPPI divulgou o projeto de concretização de seis parques dispersos pelo território nacional, numa lógica de estimular o desenvolvimento regional e de promover a diversificação setorial. Os parques localizavam-se em Braga, Guimarães, Covilhã, Évora, Beja e Faro. O parque industrial de Celeirós (Braga) foi considerado um projeto-piloto a nível nacional, tendo sido a sua criação deliberada no Conselho de Ministros de 31 de março de 1974, pelo que quando foi anunciada a sua criação no âmbito da EPPI, era já o projeto mais avançado. Com os seis parques, as previsões da EPPI eram a de oferecer uma área de 317000 m<sup>2</sup> de pavilhões industriais e de criar 14000 postos de trabalho. Para além das facilidades oferecidas pelos parques às empresas, foram criadas diversos incentivos à sua instalação, como o

pagamento de rendas inferiores ao preço de mercado e diversos incentivos fiscais. Além disso, o projeto previa a instalação em todos os parques de diversos equipamentos e serviços, como cantinas, centros de medicina, estações de correios, bancos, salas de conferências/reuniões, etc. A EPPI viria a ser encerrada em 1986 numa situação de falência técnica. As metas, nomeadamente em termos de criação de emprego nos parques e de angariação de receitas, ficaram muito aquém do esperado. Os objetivos excessivamente ambiciosos, a instabilidade produzida pela mudança de regime político e as carências técnicas e estatutárias definidas para o programa de implementação dos parques industriais são apontadas como as principais causas do insucesso do projeto, que ficou sempre muito dependente de fundos públicos da Administração Central e se revelou incapaz de mobilizar as entidades locais e regionais e os atores privados (Jeremias, 2012).

Depois destas iniciativas públicas, será necessário aguardar mais duas décadas para que surja nova legislação direcionada para os espaços empresariais: o Decreto-Lei n.º232/92, de 22 de outubro, que revogou o Decreto-Lei n.º133/73. Este novo diploma veio introduzir algumas novidades à legislação anterior, não tanto ao nível do conceito de parque industrial, mas sim em termos funcionais, regulamentando a utilização e a intensidade de ocupação dos solos e a avaliação do seu impacto ambiental, numa altura em que os municípios detinham já competências mais amplas em termos do ordenamento do território por força do Decreto-Lei n.º69/90, de 2 de março, que enquadra os Planos Municipais de Ordenamento do Território. As principais novidades foram a avaliação mais criteriosa do processo de instalação de um parque industrial, com a obrigatoriedade do pedido de licenciamento ser acompanhado por diversos elementos (plantas de localização e de zonamento, proposta de regulamento definida para o parque, memória descritiva, etc.). O objetivo era o de tornar mais racional, do ponto de vista territorial e ambiental, a localização dos parques industriais.

Uma década depois, surgiu um novo diploma, que procura romper com o paradigma do parque industrial da legislação anterior. O Decreto-Lei n.º70/2003, de 10 de abril, introduziu o conceito de Área de Localização Empresarial (ALE). O ponto de partida deste novo conceito foi o reconhecimento de que era necessário tornar os parques industriais mais modernos e competitivos para responder às exigências das empresas e para os tornar mais competitivos na senda internacional. O foco introduzido pelas ALE's centra-se em vários aspetos, nomeadamente: na capacitação tecnológica e na valorização ambiental dos espaços; no apoio à constituição de áreas multipolares, resultantes da interligação de vários espaços; na necessidade

de serem constituídas sociedades gestoras em cada ALE; e no planeamento criterioso que deve estar subjacente à localização de uma ALE. De acordo com o referido Decreto-Lei, as ALE's são zonas territorialmente delimitadas e licenciadas para a instalação de atividades industriais, podendo integrar atividades comerciais e serviços, sendo administradas por uma sociedade gestora. Com as ALE's pretendia-se criar uma rede de espaços de acolhimento empresarial fortemente qualificados para o desenvolvimento de atividades empresariais e logísticas, de forma a concorrer para o aumento da produtividade e para o crescimento da economia.

Mais recentemente, foi publicado o Decreto-Lei n.º72/2009, de 31 de março, que revoga o anterior diploma relativo às ALE's. Constatou-se que os moldes definidos para a constituição das sociedades gestoras das ALE's e os procedimentos relativos ao licenciamento deste tipo de espaços era pouco atrativo para os investidores, pelo que o objetivo desta nova lei é o de simplificar o processo de constituição das ALE's.

Outros documentos orientadores das políticas de ordenamento do território e de desenvolvimento regional defendem também a necessidade de se melhorarem as condições de acolhimento empresarial em Portugal, como é o caso do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (PNPOT) e da Agenda Operacional para os Fatores de Competitividade do QREN para o período 2007-2013.

Em Portugal, à semelhança do verificado noutros países (como nos Países Baixos), os municípios foram as entidades que mais contribuíram para difundir as AAE's, nomeadamente os parques industriais. Isso resulta da vasta atribuição de competências em termos de ordenamento do território que a lei lhes confere, nomeadamente em termos da fixação dos critérios de localização e distribuição das atividades industriais e na classificação do solo para utilização industrial (Decreto-Lei n.º69/90, de 2 de março; Decreto-Lei n.º380/99, de 22 de setembro e posteriores alterações. A década de 1990 foi o período a partir do qual a oferta de solo industrial disparou, ação que coincidiu com a obrigatoriedade dos municípios realizarem PDM's, ao abrigo dos quais se definiram zonas industriais, que foram depois objeto de planos de pormenor e de operações de loteamentos industriais (Silva, 2009). Um pouco por todo o país, a oferta destes espaços inscreveu-se numa tentativa de ordenar o território de uma forma mais sustentável e de reforçar a competitividade territorial e empresarial. Apesar do mérito que os municípios tiveram na divulgação das AAE's, a sua ação não está isenta de críticas. Alguns estudos (AIM, 2008a; Silva et al., 2008) mostram que as políticas municipais não foram equilibradas nem sustentáveis. O principal problema foi a disponibilização de uma grande oferta,

seguindo a lógica de que quanto maior fosse a oferta, maior seria a capacidade de atrair empresários. Este enfoque das políticas municipais originou vários problemas, como a fragmentação territorial das AAE's, os reduzidos índices de qualificação e a baixa taxa de ocupação dos espaços. Para além destes problemas, a inexistência de formas de gestão eficazes têm dificultado ainda mais a tarefa de atrair empresas. Por seu turno, a falta de empresas tem levado à deterioração dos espaços que, assim, se tornam ainda mais repulsivos para a instalação de empresas. Por isso, alguns estudos concluem que muitas das AAE's existentes em Portugal não cumprem os requisitos para as quais foram criadas: nem ao nível do ordenamento do território, nem da proteção ambiental, nem da captação de investimento (Silva et al., 2008).

Porém estes problemas não se restringem às AAE's portuguesas. Uma situação idêntica foi diagnosticada nos Países Baixos por Krabben e Van Dinteren (2010) e por Krabben e Buitelaar (2011) onde, como se referiu, os municípios têm sido responsáveis pela promoção das AAE's. Os principais problemas detetados pelos autores incluem: a existência de uma elevada oferta de solo industrial, que será suficiente para dar resposta à procura durante os próximos 20 anos; o elevado índice de degradação dos espaços (estima-se que 33% dos parques do país estejam degradados); o baixo preço do solo industrial devido à forte concorrência entre os municípios, que desencoraja o reinvestimento; a existência de um monopólio público na oferta de solo industrial, que condiciona as opções de escolha dos empresários; e a forte prevalência de solo industrial infraestruturado, mas sem qualquer tipo de construção (limitação na oferta). Krabben e Buitelaar (2011) relatam que as iniciativas públicas têm procurado revitalizar as AAE's degradadas (a expectativa é que no período compreendido entre 2009/2013 sejam recuperados 1600 ha), mas as medidas têm sido insuficientes para corrigir os problemas. As políticas mais recentes promovidas nos Países Baixos visam corrigir estes desequilíbrios, dando uma maior atenção à qualidade em detrimento da quantidade (Louw e Bontekoning, 2007).

Outros estudos levados a cabo em países europeus revelam a existência de fragilidades e características várias. Por exemplo, no âmbito do projeto STOGO citado por Krabben e Buitelaar (2011), foi feito um estudo sobre as AAE's na Alemanha, Bélgica e Reino Unido. O estudo indica que a deterioração das AAE's é uma realidade comum aos três países, que a oferta excessiva de solo industrial é extensiva à Alemanha, mas o mesmo não sucede na Bélgica e no Reino Unido, onde existe alguma falta destes espaços. A promoção destes espaços é fortemente impulsionada por entidades privadas no Reino Unido, mas na Alemanha e na Bélgica é dominada pelo setor público, onde as autoridades regionais são corresponsáveis pelo

planeamento (e pela promoção no caso da Bélgica) das AAE's. Estes estudos permitem concluir que os erros cometidos no planeamento das AAE's não são exclusivos de Portugal.

No caso de Portugal há poucos estudos sobre o número de AAE's existentes. A DGOTDU (Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano) publica anualmente estatísticas relativas à superfície de solo industrial identificado nos PMOT's. De acordo com esta fonte (DGOTDU, 2011), no final de 2010, os municípios tinham afetados para uso industrial 74011 ha, encontrando-se as áreas mais significativas nas NUT's da Península de Setúbal, Baixo Vouga e Grande Lisboa. Estas estatísticas dão-nos uma estimativa de que cerca de 0,8% do solo do território nacional está classificado como tendo um uso industrial, mas nada nos diz a respeito da área que está efetivamente integrada em espaços dedicados para o efeito, nem do seu número. O estudo efetuado por Oliveira et al. (2000) veio colmatar essa lacuna ao fazer uma análise centrada apenas nas AAE's existentes em Portugal. O estudo revelou que, no dealbar do século XXI, existiam 786 AAE's no país. Daquele conjunto, os autores estudaram uma parte (80 AAE's) através de amostragem, tendo analisado indicadores tão diversos como a dimensão das AAE's, a forma de gestão, as atividades instaladas, acessibilidades, infraestruturas e equipamentos disponíveis. O estudo permitiu concluir que a oferta de espaços qualificados e atrativos para as empresas era reduzida, que na maioria dos casos não havia uma gestão efetiva e dinâmica dos espaços e que muitas das AAE's tinham uma origem não planeada, consistindo em áreas de implantação de indústrias e de armazéns que, mais tarde, vieram a ser reconhecidas pelos PDM's como sendo zonas de uso industrial.

## **2.7. Orientações das políticas para o acolhimento empresarial na região norte de Portugal**

O Norte de Portugal e, mais concretamente o seu setor Noroeste, é uma região de fortes tradições industriais, onde está concentrada uma parte importante do setor exportador do país (segundo o INE, 2010, o norte detinha 48% das indústrias transformadoras e representava 40% das exportações de bens do país). Apesar disso, o acolhimento empresarial continua a ser um dos principais problemas de ordenamento na região, devido às políticas preconizadas pelos municípios ao longo das últimas décadas, que levaram à dispersão de um grande número de pequenos parques pelos respetivos territórios municipais. Não são conhecidos estudos exaustivos sobre as características das AAE's existentes na região norte de Portugal. De acordo com as duas fontes utilizadas para fazer o ponto da situação a nível nacional (Oliveira et al.,

2000; DGOTDU, 2011), conclui-se que 30% das AAE's estavam localizadas na região norte e que 16300 ha (ou seja, 22% do total nacional) estavam vinculados a utilização industrial pelos PDM's dos municípios da região. Os trabalhos de Silva et al. (2008) e da AIM (2008a) são aqueles onde se faz um diagnóstico mais completo sobre a oferta regional. No primeiro estudo foram identificados 140 espaços de acolhimento empresarial, mas os próprios autores advertem que este número peca por defeito, devido à falta de uma inventariação destes espaços à escala regional. Ambos os estudos concluem que a oferta regional é muito heterogénea e que a maior parte dos espaços corresponde a loteamentos industriais dispersos (acompanham o padrão de urbanização difusa), sem qualquer lógica de ordenamento, de seletividade e de articulação regional, com dotação mínima de infraestruturas, sem lógica condominial e sem estruturas de gestão que permitam fazer a manutenção e a promoção dos espaços.

A necessidade de superar estes problemas é uma prioridade assumida por diversos documentos nacionais e regionais. Uma das opções estratégicas do PNPOT para a região Norte é o reordenamento e a qualificação das AAE's, de forma a disponibilizar espaços de maior qualidade, capazes de atrair mais investimentos e recursos qualificados potenciando, assim, o surgimento de economias de aglomeração, de iniciativas criativas e inovadoras. O PNPOT salienta que é necessária “uma rutura com o modelo atual de unidades dispersas e estruturas industriais locais fortemente especializadas”, devendo as políticas apostar “em espaços de qualidade e em relações de proximidade e forte interação” (PNPOT, 2007:90).

Ao nível regional, a CCDRN tem promovido diversas iniciativas para debelar os problemas de acolhimento empresarial. São disso exemplo o Plano de Ação para a Promoção do Acolhimento Empresarial no Norte de Portugal (Silva et al., 2008) e o Programa Operacional Regional também conhecido por *ON.2 – o Novo Norte*, que enquadra as prioridades de investimento regionais no período de vigência do QREN (2007-2013).

O Plano de Ação para a Promoção do Acolhimento Empresarial no Norte de Portugal pretende ser um referencial metodológico para a constituição de AAE's, definindo um conjunto de objetivos específicos para o acolhimento empresarial da região norte no horizonte do ON.2. Para fazer face aos problemas identificados na oferta regional de AAE's, o Plano de Ação define sete linhas prioritárias, cujos objetivos pretendem fomentar: (i) projetos seletivos de AAE's; (ii) projetos de incubação de base tecnológica; (iii) a criação de redes municipais e supramunicipais de AAE's; (iv) projetos de promoção do empreendedorismo; (v) projetos de *innovation/creative hubs* em ambiente urbano; (vi) a criação de estruturas de gestão; (vii) e o desenvolvimento de

ações de *benchmarking* internacional. Para cada uma destas linhas, o Plano identifica os instrumentos de política e as respectivas fontes de financiamento.

O ON.2 que, por seu turno, dá cumprimento à visão estratégica do documento *Norte 2015* (CCDRN, 2006) compreende diversos eixos prioritários, sendo de maior relevância o Sistema de Apoios a Áreas de Acolhimento Empresarial e Logística (Eixo I, Competitividade, Inovação e Conhecimento e Eixo IV, Qualificação do Sistema Urbano). O Sistema de Apoios a AAE's e Logística do ON.2 apresenta vários objetivos estratégicos, entre os quais, a adoção de novas fórmulas de gestão e a construção de uma rede regional de AAE's de elevada qualificação, em cada unidade territorial (NUT III) da região norte. De uma forma geral, estes princípios pretendem colmatar as insuficiências do acolhimento empresarial descritas em Silva et al. (2008). Deste modo, o ON.2 dá preferência às iniciativas coletivas em detrimento das estratégias empresariais individualizadas e procura apoiar os projetos que apostem na qualificação e na integração das AAE's em rede, na cooperação entre as diversas entidades e na qualificação das infraestruturas e das amenidades das AAE's. Por último, o Programa prevê ainda apoiar a adoção de estruturas de gestão mais eficientes e integradas das AAE's.

A proposta do Plano Regional de Ordenamento do Território (PROT) do Norte (PROT-N) define também um conjunto de orientações para o acolhimento empresarial, que se encontram em sintonia com os demais instrumentos enunciados. Numa breve retrospectiva da situação existente, o PROT-N (CCDRN, 2009a) reconhece que a oferta de AAE's na região excede em muito as necessidades, devido não só às políticas erradas conduzidas pelos municípios, como à ação de alguns promotores privados, que gerem os espaços com interesses especulativos. As recomendações do PROT-N centram-se na necessidade dos municípios racionalizarem e qualificarem as AAE's, conferindo-lhes uma maior coerência territorial e uma maior componente de serviços. Ou seja, o PROT-N defende a transição de uma lógica meramente municipal, para uma lógica de rede, de modo a evitar uma oferta excessiva de solos para o acolhimento empresarial. Para tal, o PROT-N recomenda que os espaços passem a ser planeados em lógicas de rede supramunicipais, valorizando as complementaridades e as especializações entre as empresas. E pugna ainda pelo reforço da componente de serviços, seja ao nível dos serviços condominiais (gestão comum dos espaços em termos de limpeza, segurança, etc.), dos serviços de consultadoria (formação, gestão, etc.), dos planos de marketing, da inovação, etc.

Em suma e no seu conjunto, as medidas enunciadas nestes documentos procuram mitigar as principais debilidades de que padece o acolhimento empresarial na região.



## **2.8. O papel do acolhimento empresarial nas políticas territoriais em síntese**

A existência de empresas num determinado território é uma garantia de desenvolvimento, pelos múltiplos benefícios que acarretam do ponto de vista socioeconómico: criação de riqueza, de emprego, de receitas fiscais, aumento da população, novos serviços e equipamentos, novas empresas, etc.). Na verdade, uma das principais causas do *afundamento* dos territórios e das regiões, utilizando a metáfora das regiões ganhadoras de Benko e Lipietz (1994), prende-se com a falta de empresas, que sejam capazes de gerar empregos e de oferecer serviços. Em Portugal, muitos territórios periféricos entraram num círculo vicioso, onde a falta de empresas é uma das principais causas das migrações da população, ao passo que a ausência de recursos humanos (qualificados ou não) é um fator que repele ainda mais a fixação de empresas nestes territórios. É por esta razão que Kotler et al. (1993) elegem as empresas como um dos principais públicos-alvo que qualquer território se deve esforçar por atrair.

Cientes desta importância, mas também com o objetivo de rentabilizar o lucro das empresas transformadoras, diversos autores desenvolveram modelos mais ou menos complexos com o objetivo de determinar a localização mais adequada para as empresas. Ao longo do tempo surgiram várias teorias: os modelos económicos neoclássicos inspirados no trabalho de Alfred Weber, onde a minimização dos custos de transporte em relação às matérias-primas e ao mercado consumidor era determinante; o modelo de equilíbrio espacial de Lösch, que dava mais atenção à definição de áreas de mercado, num processo onde a maximização do lucro passou a ser o objetivo; e as abordagens comportamentais, que valorizavam a dimensão individual e as preferências pessoais no processo de escolha da localização. Atualmente, a decisão de localização é vista como o resultado da interação entre os empresários, que procuram a localização mais vantajosa de entre um conjunto de opções, e os territórios, que se esforçam por oferecer as condições mais adequadas para a atividade das empresas. A decisão de localização é, pois, em grande medida um processo negocial e de ajustamento entre as duas partes, onde cada uma delas procura rentabilizar ao máximo o interesse da outra parte.

Uma das formas utilizadas pelos territórios para atrair as empresas tem sido através da disponibilização de AAE's. Com o surgimento do conceito nos países mais industrializados do século XIX, as AAE's procuraram, por um lado, criar um ambiente mais favorável para a instalação das empresas, nomeadamente através das vantagens decorrentes da concentração e, por outro, diminuir os impactos ambientais da atividade industrial nos ambientes urbanos. Com o crescimento verificado no período do pós-guerra, as AAE's conheceram uma forte expansão,

inicialmente nos países mais industrializados e depois nos países em vias de desenvolvimento. Para além das questões económicas, a criação de AAE's passa a assumir também motivações relacionadas com o ordenamento do território, que transcendem as meras preocupações higienistas iniciais: disciplinar o uso do solo, evitando conflitos de uso; defender/ valorizar a componente ambiental do território; e facultar localizações competitivas para as empresas.

As AAE's correspondem, em si mesmo, a um conceito complexo, que engloba múltiplas realidades e que resulta de um processo que acompanhou a própria evolução das atividades económicas. Na sua forma mais tradicional, corresponde à noção de parque industrial, isto é, a um espaço delimitado e servido por infraestruturas e equipamentos necessários à atividade da indústria. Com a alteração do paradigma convencional da indústria transformadora, que passou a incorporar uma maior componente de serviço e a deter uma maior intensificação tecnológica e de inovação, as AAE's adaptaram-se para acolher estas novas indústrias. Surgiram assim os parques empresariais, os parques tecnológicos/tecnopolos e os parques de ciência e de tecnologia, sendo que neste último caso, a função não passa pela produção, mas sim pela investigação e pela transferência de conhecimentos e de tecnologia para as empresas.

Ao longo das últimas décadas, em vários países, de entre os quais Portugal, a oferta de solo industrial tem seguido por vias que contrariam os propósitos que estiveram na sua origem. Em particular, tem-se assistido a uma grande oferta de solo industrial de baixa qualidade (em termos de facilidades e de amenidades), que é pouco atrativo para a fixação de empresas. As origens do problema prendem-se com a falta de uma visão estratégica no planeamento destes espaços por parte dos municípios, que têm colocado a tónica do lado da quantidade e não da qualidade. Em Portugal, com o objetivo de mitigar os erros cometidos ao longo das últimas três décadas, as orientações nacionais e regionais delineadas para estes espaços pugnam pela qualidade em detrimento da quantidade, pela concentração em vez da dispersão e pela abordagem supramunicipal em alternativa à municipal.

### 3. Os Sistemas multiagentes

O objetivo deste Capítulo é o de analisar as várias dimensões associadas aos SMA's, que correspondem à ferramenta utilizada na modelação. A análise pauta-se por uma abordagem *bottom up*. Assim, começa-se por analisar as características individuais que os agentes podem assumir. De seguida exploram-se os vários tipos de interações que podem ser promovidos entre os agentes consoante os objetivos pretendidos com a simulação. Por último, discutem-se os procedimentos básicos que a construção deste tipo de sistema envolve, nomeadamente ao nível do tipo de linguagens e de arquiteturas utilizadas. Ao longo de cada um dos Subcapítulos apresentam-se, sempre que possível, exemplos concretos de aplicação para contextualizar e enriquecer a análise.

#### 3.1. Origem dos sistemas multiagentes

Os SMA's constituem uma ferramenta de simulação computacional que tem vindo a ser crescentemente utilizada em diversas áreas científicas. O desenvolvimento dos SMA's ocorreu ao longo da década de 1990 e as suas origens radicam na IAD - Inteligência Artificial Distribuída (Pereira, 2004), cujo principal objetivo consiste na resolução de um problema através da sua decomposição em problemas mais pequenos e menos complexos. A utilização dos sistemas de IAD permite a vários processos autónomos (os agentes) realizar atos de inteligência global através do processamento colaborativo da informação (Moulin e Chaib-Draa, 1996). Este princípio é similar aos benefícios resultantes de ter um grupo numeroso de especialistas a tratar de problemas muito extensos, que seriam mais difíceis de resolver por apenas uma pessoa. De acordo com Pereira (2004), a IAD divide-se em duas subáreas: a resolução distribuída de problemas e os SMA's. O princípio da resolução distribuída de problemas consiste em subdividir um problema num conjunto de módulos cooperativos, que partilham conhecimento sobre o problema e sobre como chegar à solução. Por seu turno, os SMA's estão mais direcionados para modelar o comportamento de um conjunto de entidades – os agentes. Estes agentes apresentam um conjunto de atributos e interagem entre si durante a modelação. É da interação comportamental dos agentes que se obtém conclusões que podem ser usadas para resolver os problemas. Assim, este ramo da IAD estuda o comportamento inteligente dos agentes, procurando coordenar os seus conhecimentos e obter soluções para a resolução dos problemas.

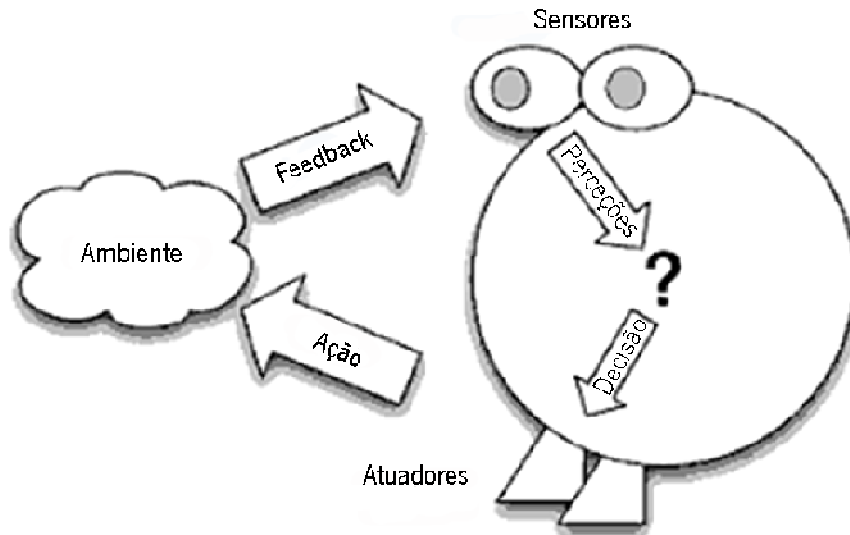
De acordo com Sawyer (2003), os SMA's desenvolveram-se a partir da programação orientada a objetos (POO). Neste tipo de programação, um objeto corresponde a um único processo computacional, que guarda a sua própria estrutura de dados e os seus procedimentos. Os objetos comunicam uns com os outros através de um sistema de *message passing*. Cada objeto tem a capacidade de receber e de responder a um determinado conjunto de mensagens. Quando uma mensagem chega a um objeto, uma determinada ação é executada. Durante a

década de 1990, os investigadores começaram a utilizar a POO para construir sistemas de IAD. Se até então os objetos não eram mais do que simples programas, os objetos integrados em sistemas de IAD apresentavam já programas evoluídos, que permitiam representar comportamentos inteligentes e promover interações entre os agentes. No entanto, as unidades de processamento individual dos IAD continuavam a não ser autónomas, pois estavam hierarquicamente organizadas em torno de um único controlador central. Gradualmente foram realizadas diversas investigações que levaram à criação de sistemas descentralizados (sem nenhum controlador central), conferindo uma maior autonomia às simulações. A autonomização foi fundamental para que os objetos passassem a integrar a categoria de *agentes*. Ou seja, por agente subentende-se uma entidade autónoma, que tem a sua própria existência e que age de uma forma mais ou menos independente no processo de modelação.

Contudo, ainda hoje, a diferenciação entre objetos e agentes não é fácil, pelo facto de partilharem características comuns (Jennings et al., 1998; Mendez, 1999). Para Jennings et al. (1998), há três características principais que permitem distinguir os objetos dos agentes: a primeira relaciona-se com a diferente autonomia dos objetos e dos agentes (um objeto tem controlo sobre o seu estado, mas não sobre o seu comportamento); a segunda diz respeito à diferente noção de flexibilidade do comportamento autónomo (reativo, proactivo, social), que está ausente no caso dos objetos; a terceira diferença reside no facto de cada agente ter um controlo autónomo sobre o seu comportamento, o que já não sucede nas linguagens de POO, em que o controlo é sobre a totalidade do sistema. Não obstante, as linguagens de POO têm sofrido progressos, fazendo com que alguns tipos de objetos (como os *active objects*) se aproximem bastante da noção de agente. As semelhanças partilhadas entre ambas as categorias permitem ainda que um SMA possa ser executado com recurso a técnicas de POO.

### **3.2. Características gerais dos sistemas multiagentes**

Um SMA pode ser definido como um sistema computacional que é constituído por várias entidades (os agentes), que interagem entre si e com o ambiente em que estão inseridos (Rabino e Girotti, 2004; Bithell et al., 2008; Wooldridge, 2009). O comportamento dos agentes é regulado através de um conjunto de regras que permitem aos agentes agir em função dos objetivos pretendidos com a simulação. Deste modo, um SMA é constituído por duas componentes principais (Figura 3): os agentes e o ambiente (Gilbert, 2008; Wooldridge, 2009).



Fonte: baseado em Wooldridge (2009).

Figura 3: Os elementos fundamentais e modo de funcionamento de um SMA

Os agentes são utilizados para representar entidades do mundo real que se pretendem simular, sejam elas pessoas, animais, organizações, como empresas, ou entidades mais latas como cidades ou regiões (Gilbert, 2008). Os agentes podem, então, ser definidos como entidades computacionais, que estão localizadas num determinado ambiente, tendo a capacidade de desenvolver ações autônomas, de forma a atingir determinados objetivos, através de comportamentos flexíveis (Wooldridge, 2009). Os agentes são programados de forma a interagir com os restantes agentes e com o ambiente computacional em que estão inseridos, utilizando para o efeito funcionalidades sensoriais. O comportamento dos agentes num sistema baseia-se na capacidade de interação e de decisão. Através das interações, os agentes conseguem transmitir informações entre si com recurso a linguagens adequadas para o efeito (ver Subcapítulo 3.4). Os comportamentos podem ainda ser processados através de formas indiretas, como a partir da observação do comportamento de outros agentes ou dos resultados obtidos com as ações de outros agentes (Gilbert, 2008). Com base nas informações recebidas, a capacidade de decisão relaciona-se com a forma como os agentes atuam para atingir os objetivos definidos para o sistema.

O ambiente corresponde à segunda componente fundamental de um SMA, constituindo o mundo virtual onde os agentes estão integrados. O ambiente tanto pode representar o espaço físico/geográfico (ser espacialmente explícito), como pode consistir num ambiente totalmente virtual.

A utilização de SMA's apresenta diversas vantagens. Como se trata de um programa computacional, o processo de análise é rigoroso e robusto (Gilbert, 2008). Por outro lado, a construção de modelos através de SMA's requer procedimentos especiais como a verificação, a validação e a calibração dos resultados, com o objetivo de aferir a sua conformidade com o mundo real. Uma outra vantagem salientada por Rabino e Girotti (2004) relaciona-se com o facto dos SMA's poderem simular o comportamento de um elevado número de agentes. Este desempenho tem vindo a melhorar como resultado da maior capacidade de armazenamento e de processamento dos computadores. Um outro benefício apontado por Gilbert (2008) prende-se com a maior facilidade que os SMA's oferecem para experimentar fenómenos sociais, uma vez que a simulação estritamente computacional não colide com questões éticas/culturais. Contudo, como os resultados provêm da interação de um grande número de agentes, os SMA's são classificados como sendo sistemas complexos (devido à autonomia comportamental dos agentes) e múltiplos (integram normalmente um grande número de agentes), pelo que os resultados podem ser imprevisíveis (Sawyer, 2003; Rabino e Girotti, 2004). Nos dois Subcapítulos seguintes analisa-se com mais detalhe as duas principais componentes dos SMA's: os agentes e o ambiente.

### **3.2.1. Os agentes**

Não existe uma definição universalmente aceite para a noção de *agente*. Isso resulta da multiplicidade de características que os agentes podem ter e da utilização do conceito por um grande número de disciplinas (Pereira, 2004; Crooks, 2010). No entanto, um agente é frequentemente entendido como uma entidade computacional que está localizada num determinado ambiente, sendo capaz de tomar ações autónomas de forma a atingir os objetivos para que foi delineado (Luke et al., 2004; Ligmann e Jankowski, 2007; Wooldridge, 2009). Deste modo, os agentes são entidades com capacidades sensoriais, de interação, de reação e de autonomia em relação às suas ações.

Uma das formas de classificar os agentes consiste em agregá-los em função das suas características. Na literatura existem diversos estudos centrados neste exercício (Wooldridge e Jennings, 1995; Nwana, 1996; Fonseca, 2001; Rabino e Girotti, 2004; Gilbert, 2008) e são apresentadas diversas categorias de agentes, como os agentes de interface, os agentes móveis, os agentes de informação, os agentes híbridos, os agentes colaborativos, etc., que têm características e aplicações específicas. Contudo, há dois tipos de agentes que surgem mais

documentados na literatura, pelo facto de serem os mais utilizados em SMA's. Essas categorias são os agentes cognitivos e os agentes reativos (Ferber, 1999; Cavezzali e Rabino, 2003; Sawyer, 2003; Cil e Mala, 2010).

**a) Agentes cognitivos:** de acordo com Sawyer (2003), os agentes cognitivos evoluíram a partir dos trabalhos realizados no domínio da IAD. A particularidade destes agentes reside na sua capacidade autónoma e cooperativa e, por esta razão, são também designados por agentes cooperativos ou colaborativos (Nwana, 1996). Estes agentes operam de forma autónoma e racional, são movidos por objetivos, têm capacidades de entendimento para atingir esses objetivos e podem desenvolver estados mentais associados a crenças, desejos e intenções (os agentes BDI - *Beliefs, Desires & Intentions*). Por todas estas razões, os agentes cognitivos são também conhecidos por agentes intencionais ou deliberativos (Sawyer, 2003), havendo ainda autores que os classificam como agentes fortes (Wooldridge e Jennings, 1995), agentes sofisticados (Bithell et al., 2008) e agentes inteligentes (Nwana 1996; Terna, 1998; Wooldridge, 2001; Kishore et al., 2006; Li, 2007; Macmillan e Huang, 2008).

A utilização de agentes cognitivos pode justificar-se por várias razões, nomeadamente: para resolver problemas demasiados complexos, que envolvam tarefas como a coordenação e a negociação; e para obter soluções nos casos em que as informações ou os problemas sejam transversais a vários agentes. Um dos principais problemas decorrentes da utilização destes agentes é a maior complexidade em desenvolver o sistema, o maior tempo exigido na simulação e na calibração dos modelos e a menor flexibilidade de utilização. Contudo, esta é uma das tipologias de agentes mais utilizadas e estudadas em SMA's (Fonseca, 2001).

**b) Agentes reativos:** de acordo com Sawyer (2003), os agentes reativos procedem das pesquisas realizadas em torno da *Artificial Life (ALife)*. Ao contrário dos agentes cognitivos, os reativos não têm qualquer informação do ambiente em que estão inseridos e dos restantes agentes envolvidos. Os agentes reativos não são concebidos com objetivos pré-definidos, nem dispõem de planos específicos. Ao invés, os agentes reativos são movidos por simples regras de resposta, agindo de acordo com a perceção que têm do ambiente que os rodeia, através de um conjunto de regras de perceção/reação. Por isso, os agentes reativos são também conhecidos por agentes comportamentais (Sawyer, 2003) ou por agentes baseados no comportamento (Tang e Wong, 2005), pois respondem diretamente a estímulos recebidos do ambiente. A

conversão da percepção numa ação não envolve um processo de deliberação interna, pelo que a mesma percepção pode desencadear ações diferentes (Bithell et al., 2008). Deste modo, nos agentes reativos não existe uma especificação *a priori* do comportamento que podem desenvolver no processo de modelação. A principal motivação subjacente aos agentes reativos é a construção de sistemas mais flexíveis e tolerantes às falhas por oposição ao verificado nos sistemas baseados em agentes cognitivos (Fonseca, 2001).

Os agentes reativos são utilizados em alguns domínios específicos. Os jogos constituem um bom exemplo, pois funcionam por estímulos promovidos por um utilizador (o jogador). A robótica constitui outro domínio privilegiado da aplicação destes agentes. A simulação de sociedades artificiais constitui um outro caso, onde o computador funciona como um laboratório social, através do qual se podem modificar as características dos agentes que representam a sociedade em estudo (Sawyer, 2003).

Por outro lado, os agentes reativos destacam-se por serem relativamente simples e por interagirem com os restantes agentes através de formas básicas, exigindo linguagens e modelos com arquiteturas apropriadas (as arquiteturas reativas). As vantagens associadas à utilização destes agentes incluem a flexibilidade, a adaptabilidade e a maior velocidade de resposta. As principais desvantagens radicam na ausência de uma metodologia que permita determinar quais os comportamentos e as interações que podem conduzir a uma tendência emergente, originando um trabalho por aproximação e erro (Fonseca, 2001).

Os agentes apresentam características específicas, que estão associadas à sua própria tipologia, mas também alguns atributos que são gerais. As principais características são:

- a) Autonomia: os agentes são autónomos na medida em que operam sem uma intervenção direta de nenhum controlador humano (Nwana, 1996; Sawyer, 2003). Os agentes têm controlo sobre as suas ações e sobre o seu estado interno e dispõem de uma racionalidade que lhes permite ter uma noção dos objetivos e das ações necessárias para os atingir.
- b) Cooperação: a cooperação é uma das razões de ser da existência de múltiplos agentes num processo de simulação computacional (Nwana, 1996). Para que possam interagir e cooperar uns com os outros, os agentes têm que possuir capacidade social e recorrer a formas de linguagem adequadas. É um atributo característico dos agentes cognitivos.



- c) Reatividade: mediante a sua capacidade sensorial, os agentes têm a percepção do que ocorre no seu ambiente e de responder em tempo útil aos estímulos recebidos e às mudanças detetadas. É um dos atributos distintivos dos agentes reativos.
- d) Aprendizagem: os agentes têm a capacidade de adquirir conhecimentos e de modificar os seus comportamentos com base em experiências anteriores. Tal como argumenta Nwana (1996), para ser inteligente, um agente necessita de ter capacidade de aprendizagem, que se manifesta no modo como um agente interage e reage com os demais agentes/ambiente e como melhora essa capacidade ao longo do tempo.
- e) Capacidade sensorial: os agentes dispõem de sensores para captar a informação do ambiente em que estão inseridos, permitindo-lhes reagir em conformidade. A percepção permite-lhes ainda detetar a presença de outros agentes nas imediações (Gilbert, 2008).
- f) Racionalidade: os agentes atuam de uma forma racional de modo a atingir os objetivos pretendidos e a evitar a repetição de erros cometidos em processos anteriores.
- g) Comunicação: os agentes têm a capacidade de enviar e receber mensagens.
- h) Memória: a memória permite aos agentes que se recordem das percepções recebidas, dos seus estados anteriores e das ações desenvolvidas.
- i) Mobilidade: os agentes possuem a capacidade de se movimentar entre sistemas computacionais diferentes ou no ambiente em que estão inseridos.

### **3.2.2. O ambiente**

O ambiente, como se referiu, corresponde ao mundo virtual onde os agentes estão inseridos. De acordo com Gilbert (2008), o ambiente pode ser mais ou menos neutral em relação aos agentes, isto é, pode representar um ambiente abstrato que não interfere com os agentes ou pode representar o mundo real, com o qual os agentes têm uma forte interação. Gilbert (2008) refere que a situação mais frequente é a dos ambientes representarem os espaços geográficos, sendo portanto modelos *espacialmente explícitos*. Por exemplo, o modelo proposto por Linard et al. (2009), que simula o risco de reaparecimento da malária no sul de França, recorre a um ambiente espacialmente explícito. Neste caso, os agentes têm coordenadas que indicam a sua localização no ambiente. Noutros casos, os ambientes não representam qualquer espaço geográfico, funcionando apenas como uma plataforma que permite o relacionamento entre os agentes. O modelo de apoio à condução RMAS (Gechter et al., 2010) e o modelo de simulação

de combate militar ACOMSIM (Cil e Mala, 2010) constituem dois exemplos de aplicações que recorrem a ambientes virtuais.

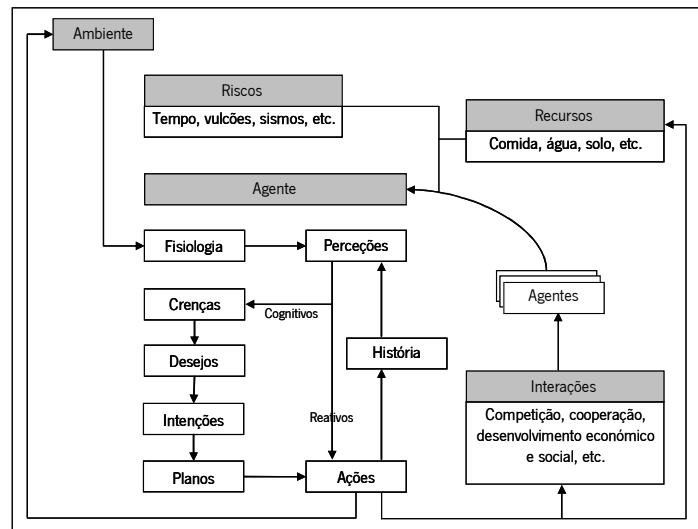
Os SMA's com ambientes espacialmente explícitos podem incluir vários aspetos, onde se incluem os designados objetos passivos (Gilbert, 2008), que são constituídos por elementos naturais e humanos, como rios e barreiras montanhosas que os agentes têm que superar, estradas que podem percorrer, fontes de energia e de alimentação que podem utilizar, etc. Para além destes elementos, o ambiente pode comportar o impacto das atividades dos outros agentes nas áreas adjacentes, a influência de fenómenos como a delapidação de recursos, etc. Nestes casos, o ambiente pode ser representado através de um conjunto de células, possuindo cada uma delas atributos específicos (Bretagnolle et al., 2003), ou pode utilizar informação vetorizada (pontos, linhas e polígonos) para representar o espaço (Crooks, 2006). Uma das formas encontradas para fazer representações espacialmente explícitas do ambiente, é a de desenvolver soluções que permitam interligar e integrar funcionalidades SIG na modelação de agentes. A integração destas duas componentes é particularmente importante no caso dos modelos de base territorial, o que tem levado ao desenvolvimento de várias soluções que permitem articular sistemas de modelação com funcionalidades SIG (ver Subcapítulo 5.2).

Com base no tipo de aplicação, o ambiente pode assumir várias funcionalidades num SMA. O ambiente pode definir o espaço que suporta o movimento dos agentes, pode ser um conjunto complexo que engloba os agentes e os objetos (Benenson et al., 2001), pode constituir um recurso que os agentes utilizam para executar as suas ações, tal como acontece na plataforma Sugarscape, desenvolvida por Epstein e Axtell (1996, 1997), e pode ainda funcionar como um veículo de comunicação dos agentes (Gilbert, 2008). Neste último caso, Gilbert (2008) refere que a utilização do ambiente para efetuar a comunicação entre os agentes é uma solução adequada, porque é uma forma natural de comunicar, tal como sucede no mundo real. E também porque permite que as mensagens entre os agentes sejam temporariamente armazenadas no ambiente até poderem ser entregues ao seu recetor.

Nos SMA's, a programação do ambiente é frequentemente remetida para segundo plano, pois os seus elementos são mais estáticos e muitas vezes não interagem com os agentes. No entanto, muitos dos problemas com que nos deparamos no quotidiano resultam de uma interação com um ambiente (físico) complexo. Porém e, com poucas exceções, esta complexidade não tem sido suficientemente integrada nos SMA's (Gilbert, 2008).

### 3.3. Tipos de interação em sistemas multiagentes

Nos SMA's ocorrem diversos tipos de interações que envolvem os agentes e o ambiente. A Figura 4 exemplifica, esquematicamente, a estrutura e os tipos de relacionamentos que podem existir num SMA. A noção de interação relaciona-se com a capacidade que os agentes têm para encontrar soluções que resolvam os problemas (Munthali, 2012). Nas interações distinguem-se as que os agentes têm com o ambiente e as que os agentes mantêm entre si.



Fonte: baseado em Bithell et al. (2008).

Figura 4: Relacionamento agentes/ambiente num SMA

Nas primeiras, o ambiente tem um impacto direto sobre os agentes, condicionando as suas funções e ações. No caso dos agentes que representam seres vivos, esse impacto pode incluir uma exposição a vários tipos de riscos naturais, mas o ambiente também pode oferecer recursos (alimentação, água, energia, abrigos, etc.) que são necessários para a realização de certas atividades e para a própria sobrevivência dos agentes (Epstein e Axtell, 1996, 1997; Luke et al., 2004; Tataru et al., 2006). No caso dos riscos naturais há igualmente vários modelos onde os agentes interagem com o ambiente. Por exemplo, Lämmel et al. (2010) simularam a evacuação da população da cidade de Padang (Indonésia) num cenário de terramoto e de *tsunami*; Uno e Kashiya (2008) formularam um modelo de simulação baseado em agentes (Artisoc) para representar a evacuação de população numa cidade inundada; Liu (2004) desenvolveu um modelo para gerir situações de catástrofe ambiental; Ziervogel et al. (2005) utilizaram um modelo de simulação social baseado em agentes para avaliar o impacto de previsões climáticas sazonais na atividade agrícola no Lesoto; o modelo GeoAgentKS, de Yu et al.

(2009), simula as interações ambientais/humanas, com o objetivo de auxiliar o processo de tomada de decisão na gestão de riscos naturais.

As interações entre agentes implicam um conjunto de pressupostos e compreendem diversas tipologias. O estabelecimento de uma interação entre os agentes implica que eles tenham uma linguagem de comunicação e de protocolo igual, que o conteúdo da informação tenha um formato comum e que os agentes partilhem a mesma ontologia, permitindo-lhes perceber o significado dos conceitos (Flores, 1999). Os agentes podem comunicar diretamente com todos os outros ou a arquitetura do modelo pode incluir agentes especiais que visam promover essas interações. De acordo com Fonseca (2001), as interações diretas entre os agentes estão associadas a *arquitecturas horizontais*, onde a comunicação é feita de uma forma simples e direta. Na tipologia dos agentes especiais enquadram-se, por exemplo, os quadros negros (*blackboards*). Nos quadros negros, os agentes não comunicam diretamente, mas partilham uma estrutura de dados, onde as informações são escritas e lidas à medida que as tarefas são executadas (Jennings et al., 1998). Por exemplo, as interações entre os agentes no modelo Streets, desenvolvido por Haklay et al. (2001), que simula os movimentos de peões nos centros urbanos, são baseadas em quadros negros. Há ainda exemplos de sistemas que recorrem a agentes facilitadores, que comunicam entre si e encaminham as mensagens para os agentes destinatários (aqueles que manifestaram interesse na mensagem inicial). É o caso da plataforma Open Agent Architecture (ver Subcapítulo 3.4.).

Em relação às tipologias de interações mantidas entre os agentes, as mais significativas compreendem a coordenação, a cooperação e a negociação.

A coordenação entre agentes é um dos principais tipos de interação abordados na literatura (Nwana, 1996; Peng et al., 1998; Costa, 1999; Reis, 2003). A coordenação é uma característica específica, que permite a realização partilhada de uma determinada tarefa. De acordo com Jennings (1996), as razões que levam os agentes a coordenarem as suas ações, são as seguintes: (i) a existência de interdependências entre as ações dos agentes; (ii) a necessidade de que os agentes respeitem restrições globais para a resolução do problema; (iii) a necessidade de procedimentos que garantam a colaboração na execução das ações de uma forma conjunta (nenhum agente tem recursos e informações suficientes para atingir os objetivos definidos). A coordenação de tarefas distingue-se pelos mecanismos utilizados e pela natureza dos agentes envolvidos. Moulin e Chaib-Draa (1996) descrevem os vários mecanismos que podem ser usados para promover esta interação, sendo os mais importantes a supervisão direta,

a coordenação por standardização e a coordenação mediada. No que respeita à natureza dos agentes envolvidos, distingue-se a coordenação com agentes cooperativos e a coordenação com agentes competitivos (Reis, 2003; Nunes, 2005). Na coordenação com agentes cooperativos, o enfoque é dado ao trabalho em equipa e à atribuição de tarefas aos diversos agentes. Neste caso, os agentes estão mais preocupados com o desempenho geral do sistema do que com os seus interesses individuais. Na literatura há diversos casos de modelos que recorrem à coordenação com agentes cooperativos. Por exemplo, Peng et al. (1998) basearam o seu modelo de integração empresarial (Ciimplex) numa arquitetura onde os agentes cooperam entre si; Hsieh (2009) desenvolveu um mecanismo para facilitar a cooperação entre os agentes, para melhorar o desempenho de sistemas industriais; e o modelo de gestão de tráfego (Trysa), de Hernández et al. (2002), assenta num mecanismo de cooperação estrutural entre os agentes para gerir a resolução de problemas de circulação automóvel. Na coordenação com agentes competitivos, as motivações individuais dos agentes sobrepõem-se aos interesses do coletivo. Os sistemas com agentes competitivos reproduzem uma situação que é corrente nas sociedades humanas, onde as interações são movidas por interesses contraditórios. A utilização deste tipo de agentes é transversal a vários domínios: economia, ambiente, sociedade, planeamento do território, etc. No caso do processo de alteração do uso do solo, há vários modelos onde os agentes competem entre si (por solo, por preços mais baixos, por melhores localizações, etc.) à semelhança do que sucede no mundo real. Os modelos Obeus (Benenson et al., 2001, 2005), Mars (Pfaffenbichler, 2003; Pfaffenbichler et al., 2008), Ilute (Miller et al., 2004), Alma (Filatova et al., 2009) e o estudo de Parker e Filatova (2008) constituem alguns exemplos práticos de aplicações neste domínio. Noutras áreas, este tipo de interação está também presente. O modelo Mascem (Pereira, 2004), que simula os mercados de energia elétrica, o modelo de Arunachalam e Sadeh (2005), para a gestão de uma cadeia de fornecedores, e o modelo de Yarom et al. (2003), ao nível do comércio eletrónico, constituem exemplos dessas aplicações.

A cooperação consiste num processo de coordenação entre agentes não antagónicos, ou seja, em que participam agentes cooperativos (Wooldridge, 2001). Em SMA's, o recurso à cooperação apresenta diversos benefícios. De acordo com Moulin e Chaib-Draa (1996) permite: (i) realizar tarefas de uma forma mais rápida através da partilha de atividades; (ii) executar tarefas que de outra forma seriam impossíveis de realizar individualmente; (iii) utilizar capacidades complementares; (iv) evitar interações conflitantes. Para Wooldridge (2001), a cooperação permite ainda a decomposição e a distribuição das tarefas pelos agentes, de que

resulta uma maior facilidade na execução das mesmas. Há também várias formas de cooperação que vão desde a cooperação acidental entre dois agentes, à cooperação unilateral prevista (um agente ajuda outro intencionalmente), até à cooperação mútua (dois ou mais agentes colaboram intencionalmente).

A negociação, por seu turno, corresponde a um processo de coordenação entre agentes competitivos, que têm motivações próprias (Wooldridge, 2001). A negociação é o mecanismo através do qual dois ou mais agentes, com objetivos diferentes, tomam uma decisão conjunta que é aceitável para todas as partes (Kishore et al., 2006). Na prática, a negociação permite obter acordos através da partilha estruturada de conhecimentos, reduzindo a inconsistência e a incerteza na execução de uma tarefa. O ponto de partida da negociação é o reconhecimento por parte de um agente de que lhe falta um serviço/recurso para realizar uma tarefa, o que o leva a entrar em contacto com outros agentes para colmatar essa lacuna. Na negociação, um agente contacta outro e identifica as suas necessidades ou faz um pedido de recursos/serviços de que precisa e fixa as condições que está disposto a aceitar. Outros agentes esclarecem o que podem oferecer e em que condições o podem fazer. A negociação termina com os primeiros a aceitarem as condições e os segundos a fornecerem o serviço/recurso solicitado. O processo de negociação pode envolver diferentes modalidades. Na forma mais simples (uma única etapa), um agente faz um pedido que é aceite ou rejeitado pelo agente respondente. Numa negociação com várias etapas, assiste-se à apresentação iterativa de várias ofertas e contraofertas. A negociação pode estar ainda enquadrada num protocolo constituído por uma ou mais etapas estruturadas de negociação, podendo efetuar-se através de diferentes mecanismos, onde se incluem os protocolos rede de contratos, os leilões e a argumentação. A negociação através de leilão é uma das mais utilizadas em SMA's (Kishore et al., 2006). A título de exemplo, o modelo Mussa (Martínez, 1992) recorre ao mecanismo de leilão no processo de localização no território, ou seja, qualquer agente do mercado imobiliário só consegue instalar-se num determinado imóvel se a sua oferta superar as dos demais concorrentes (Timmermans, 2003). Filatova et al. (2009) utilizaram também este mecanismo na negociação de preços no modelo Alma, que simula o mercado de solos/imobiliário. Uma descrição mais detalhada da aplicação dos leilões em SMA's pode encontrar-se em Tesfatsion (2002) e em Wooldridge (2009).

### **3.4. Tipos de linguagem utilizadas nos sistemas multiagentes**

Uma das condições para que haja interação entre os agentes é a existência de uma linguagem comum entre eles. A comunicação entre os agentes depende, de acordo com Martin et al. (1999), da existência de: (i) um mecanismo de transporte das mensagens entre o emissor e o receptor; (ii) um protocolo de interação, onde são definidos os vários tipos de comunicação entre os agentes e os seus impactos; (iii) uma linguagem de comunicação entre os agentes; (iv) e que haja um entendimento comum sobre o vocabulário e os conceitos utilizados (uma ontologia igual). A comunicação visa a partilha do conhecimento e de informações entre os agentes e a coordenação de atividades entre eles (Reis, 2003).

As linguagens de comunicação constituem o veículo através do qual são transmitidas as mensagens entre os agentes (Labrou e Finin, 1997). Em SMA's, pode recorrer-se a linguagens mais generalistas, como as linguagens orientadas a objetos (como a Java e a C++), ou a linguagens específicas para agentes. Neste último caso, a Linguagem de Comunicação de Agentes (LCA) e a Programação Orientada a Agentes (POA) constituem as principais tipologias de linguagens existentes (Gaspari, 1998). De seguida passa-se a uma análise das principais características e aplicações destas duas tipologias de linguagens.

#### **3.4.1. Linguagens de Comunicação de Agentes (LCA)**

A LCA resultou do trabalho levado a cabo nos EUA pelo grupo KSE (*Knowledge Sharing Effort*) com o objetivo de desenvolver protocolos para a troca e representação de informação entre sistemas de informação autónomos (Mendez, 1999; Reis, 2003). A LCA é constituída por três componentes principais: o vocabulário (ontologia), que funciona como um dicionário de palavras apropriadas à área de aplicação; a linguagem externa KQLM (*Knowledge Query and Manipulation Language*), que serve para a comunicação entre agentes; e a linguagem KIF (*Knowledge Interchange Format*) que foi desenvolvida para esclarecer o conteúdo de mensagens.

A KQML é uma das linguagens de comunicação mais utilizadas em SMA's (Labrou e Finin, 1997; Martin et al., 1999). A KQML é um protocolo para a troca de informação e de conhecimentos entre os agentes, sendo a disponibilização da informação necessária para a compreensão do conteúdo das próprias mensagens a sua maior vantagem (Wooldridge, 2001). Este tipo de linguagem baseia-se num conjunto de ações performativas (Labrou e Finin, 1997), que definem as operações que cada agente tenta executar (Wooldridge e Jennings, 1995). As mensagens performativas na KQML têm por base conhecimentos, i.e., as trocas de mensagens

estão normalmente associadas a crenças ou a objetivos associados a um agente. As mensagens performativas podem assumir várias tipologias (performativas de discurso, performativas de intervenção e performativas de rede) e a KQLM disponibiliza uma classe especial de agentes, designados *facilitadores da comunicação*, que coordenam as interações entre eles (Reis, 2003).

A linguagem KIF foi desenvolvida para definir o conteúdo de mensagens expressas em KQML (Reis, 2003). Trata-se de uma linguagem lógica que é utilizada para descrever relacionamentos em sistemas inteligentes (Wooldridge, 2001). É um tipo de linguagem declarativo, que suporta a interpretação de expressões formuladas em termos da lógica de predicados de primeira ordem, como operadores booleanos e lógicos (*and, or, not*, etc.), quantificadores universais e existenciais, etc. (Reis, 2003). Além da descrição de entidades, factos e conhecimentos, a KIF permite ainda a descrição de procedimentos, como a descrição da sequência de ações a executar pelos agentes (Pereira, 2004).

Nesta tipologia podem ainda incluir-se outras linguagens específicas. Uma delas é a FIPA-ACL (Xu et al., 1998; Reis, 2003). Esta linguagem foi desenvolvida pela *Foundation for Intelligent Physical Agent* com o objetivo de simplificar a KQML, através da substituição de performativas da KQML pela comunicação *request*. A FIPA tem ainda menores exigências no serviço de entrega de mensagens, podendo o seu transporte ser feito através de vários mecanismos que facilitam o seu envio (Http, Smtip, Ftp, etc.). A ICL (*Interagent Communication Language*) constitui outro exemplo destas linguagens. De acordo com Pereira (2004), a ICL é uma linguagem de interface, que promove a comunicação e a coordenação entre todos os agentes num sistema desenvolvido em *Open Agent Architecture*, independentemente da plataforma e da sua linguagem de programação.

### **3.4.2. Linguagens de Programação Orientada a Agentes (POA)**

Como se referiu no Subcapítulo 3.1, os SMA's evoluíram a partir da POO e muitos modelos continuam a ser implementados com este tipo de programação, como a Java, C++ , Objective-C e Visual Basic (Berger et al., 2001; Hunt et al., 2001; Miller et al., 2004; Castle e Crooks, 2006; Gilbert, 2008). A POA resultou de uma necessidade de implementar de uma forma mais rápida e simples muitos dos contributos teóricos desenvolvidos ao nível dos SMA's. No domínio da programação de agentes, um dos aspetos-chave relaciona-se com a identificação da forma *correta* de programar os agentes, ou seja, com a identificação da linguagem de programação que deve ser utilizada para atingir os objetivos pretendidos com a modelação das diversas



componentes autónomas do sistema (Bordini et al., 2005a). Esta nova forma de programação foi inicialmente proposta por Shoham (1993) e tornou-se num dos tópicos mais estudados no domínio dos SMA's e da engenharia de *software*, nomeadamente no que respeita à resolução de problemas complexos em sistemas distribuídos (ver, por exemplo, os estudos de Gorton et al., 2004 e de Mascardi et al., 2004). A principal diferença entre as linguagens de POA e a POO reside na funcionalidade: enquanto a POA está direcionada para trabalhar com agentes autónomos tendo, por isso, um maior nível de abstração para integrar terminologias pseudomentais (agentes cognitivos), a POO não tem nenhum tipo de especificação (Bergmann e Ilic, 2008). Por conseguinte, o aumento de aplicações de SMA's nos mais diversos domínios verificado ao longo dos últimos anos repercutiu-se num proporcional crescimento das propostas de linguagens de POA. Bordini et al. (2006) sistematizaram e analisaram com detalhe as linguagens de POA mais utilizadas, integrando-as em três grupos distintos: as linguagens de POA propriamente ditas (nas tipologias declarativas, imperativas e híbridas), as linguagens integradas em IDE's (*Integrated Development Environments*) e as linguagens integradas em plataformas

A maior parte das linguagens de POA são híbridas, isto é, incluem uma componente declarativa e outra imperativa. As mais utilizadas nesta tipologia são: a linguagem AgentSpeak (Rao, 1996), que serviu de suporte a outras linguagens (Bordini e Moreira, 2002; Hernández et al., 2009) e a várias aplicações, como o modelo *actSmart* (Ashri et al., 2005) e à extensão proposta por Rossetti et al. (2002) para o modelo de microsimulação de tráfego Dracula; a linguagem Jason (Bordini et al., 2005b), que consiste numa versão alargada da AgentSpeak, com um âmbito de aplicação mais lato, tendo sido utilizada por Hübner et al. (2004) e por Bordini et al. (2005b; 2007); a linguagem 3APL (Hindriks et al., 1999), que se inspirou também na AgentSpeak e que foi desenvolvida para implementar sistemas baseados em agentes cognitivos (Dastani et al., 2003), tendo sido utilizada, por exemplo, no controlo do comportamento dos robôs Aibo da Sony (Bordini et al., 2006); e a linguagem Jack (Howden et al., 2001), que se baseou em sistemas de planeamento reativos, onde operam agentes BDI (Bordini et al., 2006; Bellifemine et al., 2008).

As linguagens integradas em IDE's visam incrementar a produtividade através da automatização de tarefas de codificação. Diversas linguagens de POA descritas anteriormente contam com IDE's, para além de existirem outras como Agent-Builder e a AgentFactory (Bordini et al., 2006). Das linguagens integradas em IDE's, as mais utilizadas em SMA's são: a 3APL IDE, que ajuda o utilizador na tarefa de programação, permitindo executar um conjunto de ações

de forma contínua ou passo-a-passo e monitorizar a sua execução através da verificação do estado interno e das mensagens trocadas pelos agentes (Bellifemine et al., 2008); a Jason IDE, que disponibiliza uma interface gráfica para editar a configuração dos agentes e uma ferramenta (*Mind Inspector*) para inspecionar o estado interno dos agentes; e o JDE (aplicação IDE para a linguagem Jack), que disponibiliza uma ferramenta de edição do código dos agentes e permite aos utilizadores organizar os ficheiros do sistema em projetos, oferecendo uma visualização em árvore dos diferentes elementos existentes (Bordini et al., 2006).

Nas linguagens integradas em plataformas, através das quais é implementada a semântica da linguagem de programação dos agentes, existe um considerável número de exemplos. As mais referenciadas são as seguintes: a plataforma Jade, que visa simplificar a implementação de SMA's e é uma das mais utilizadas na atualidade (Bellifemine et al., 2007, 2008; Su e Wu, 2011), tendo servido de suporte às aplicações de Su e Wu (2011), Ferreira (2008) e de Chen e Chen (2010); a plataforma Cougaar, que se destina a aplicações distribuídas em larga escala e que foi desenvolvida para resolver problemas logísticos, através da utilização de um modelo cognitivo inspirado no raciocínio humano (Gorton et al., 2004; Helsing et al., 2004), tendo aplicações no domínio da segurança e da defesa (Dasgupta et al., 2005); a plataforma Open Agent Architecture, que serviu de suporte, por exemplo, às aplicações de Cheyer et al. (2001) e de Pereira (2004), trabalha com agentes móveis (Martin et al., 1999; Su, 2008) e conta com um *Facilitator* na sua arquitetura, que é um elemento responsável pela comunicação e pela cooperação entre os agentes (Moran et al., 1998; Martin et al., 1999; Kishore et al. 2006); a plataforma JATLite, vocacionada para facilitar a comunicação entre agentes heterogéneos (Jeon et al., 2000), tendo sido utilizada, por exemplo, por Mahesh et al. (2007) numa aplicação para gerir a produção industrial; e a plataforma Zeus, que está orientada para a utilização de agentes colaborativos (Pereira, 2004) e que foi utilizada, por exemplo, no modelo Mascot (Ren et al., 2003).

### **3.5. Ontologias nos sistemas multiagentes**

Para além da linguagem e da plataforma de comunicação, a existência de uma ontologia comum é um dos requisitos para que haja interação entre os agentes. A existência de uma ontologia comum significa que o vocabulário utilizado é entendido da mesma forma por todos os agentes, prevenindo o risco de que diferentes agentes tenham terminologias diferentes para o mesmo

significado ou idênticas terminologias para significados diferentes (Reis, 2003). Deste modo, a ontologia fornece um conjunto de definições e de axiomas que limitam o significado do vocabulário a uma interpretação homogênea, funcionando como uma estrutura unificadora para dar semântica e uma representação comum à informação. Uma ontologia corresponde, assim, a uma especificação dos objetos, dos conceitos e dos relacionamentos de um sistema (Peng et al., 1998; Wooldridge, 2001; Agarwal, 2005).

As ontologias têm uma ampla utilização no domínio dos sistemas inteligentes. No caso dos SMA's, a ontologia confere operacionalidade ao sistema, criando um suporte para o desenvolvimento de diversas atividades e para a comunicação dos agentes (Agarwal, 2005; Tran e Low, 2008). Deste modo, as ontologias são fundamentais para que os vários agentes possam trocar conhecimentos e informações entre si.

Na definição das ontologias têm sido utilizadas diversas linguagens para representar o conhecimento. São os casos, por exemplo, da XML (*eXtensible Markup Language*), que foi utilizada por Raney (2005) para estruturar os dados que representam os agentes e os seus planos; da DAML (*DARPA Agent Markup Language*), que foi desenvolvida como uma extensão da XLM (Horrocks et al., 2002); da UML (*Unified Modelling Language*), que foi criada por Booch et al. (1999) e foi utilizada, por exemplo, por Labarthe et al. (2007) e por Linard et al. (2009); e da Ontolingua, que utiliza uma sintaxe e uma semântica similar à da KIF e que define a representação do conhecimento através da lógica de primeira ordem (Mendez, 1999).

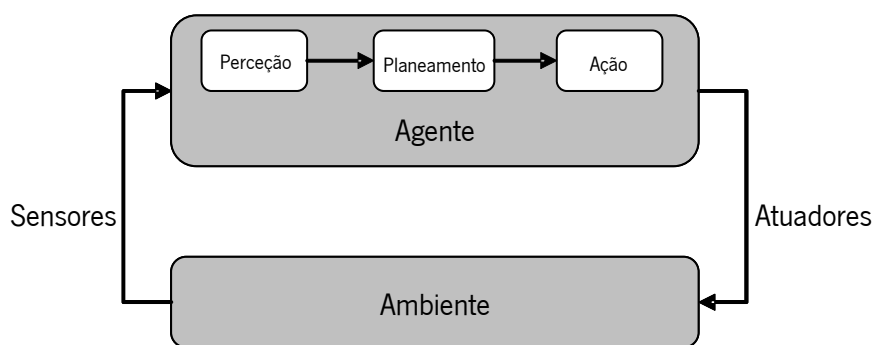
### **3.6. Arquiteturas de sistemas multiagentes**

A arquitetura de um SMA é uma expressão que pode referir-se à forma como o *software* foi criado ou ao modo como os agentes estão organizados e interagem entre si num sistema (Abowd et al., 1996). Nesta última perspetiva, que é a que está mais alinhada com o presente estudo, a escolha da arquitetura de um modelo está muito dependente dos objetivos pretendidos com a simulação e do tipo de agentes envolvidos. Ao longo dos últimos anos surgiram várias arquiteturas de agentes com objetivos e propósitos diferentes, em função das necessidades dos utilizadores, das características dos agentes envolvidos e do grau de sofisticação do modelo (Molina et al., 2005). A discussão em torno da qualidade das arquiteturas e de identificar qual delas é *melhor* reveste-se de uma grande dose de subjetividade (Knapik e Johnson, 1998). No entanto, considera-se que uma arquitetura deve ser simples, funcional e flexível (Costa, 1999). A

existência de uma grande diversidade de arquiteturas tem motivado alguns estudos de sistematização, sendo um dos principais elementos diferenciadores a tipologia de agentes envolvidos e a forma como a estrutura do modelo decompõe o problema através de determinadas tarefas (Wooldridge e Jennings, 1995). Há algumas propostas de classificação das arquiteturas, como a de Knapik e Johnson (1998), embora as mais referenciadas sejam a arquitetura deliberativa, a arquitetura reativa e a arquitetura híbrida (Wooldridge e Jennings, 1995; Fonseca, 2001; López et al., 2005; Pereira, 2004; Cil e Mala, 2010). De seguida analisam-se de forma mais detalhada as características de cada uma destas arquiteturas.

### 3.6.1. A arquitetura deliberativa

A arquitetura deliberativa (Figura 5) segue a abordagem clássica da inteligência artificial, onde os agentes interagem com autonomia. Um agente deliberativo possui um modelo simbólico do ambiente e as suas decisões são tomadas com base em raciocínio lógico. Como refere Costa (1999), a arquitetura deliberativa interpreta os agentes como fazendo parte de um sistema baseado no conhecimento. Nestes sistemas, os agentes são dotados de uma planificação, que determina os passos necessários para atingir os seus objetivos.



Fonte: Pereira (2004).

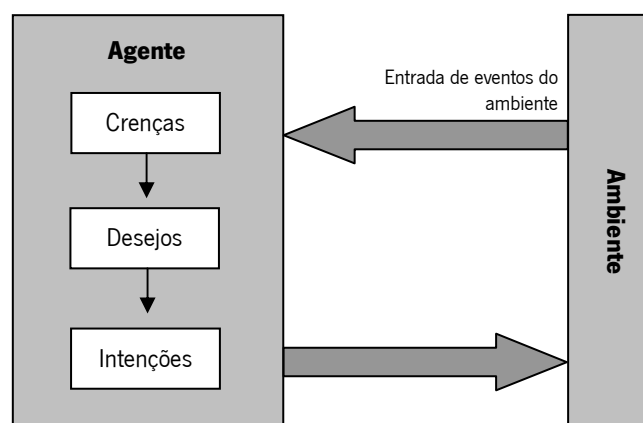
Figura 5: Modelo de arquitetura deliberativa

De acordo com Molina et al. (2005), um dos primeiros requisitos a considerar na construção de um sistema deliberativo consiste em fazer uma descrição simbólica do problema. Seguidamente, essa descrição deverá ser integrada no agente, para que este possa raciocinar e atingir as metas num período de tempo pré-estabelecido. Assim e, não obstante a ideia atrativa de colocar os agentes a interagir através de raciocínio lógico, há alguns problemas que se colocam à

arquitetura deliberativa, como a dificuldade em traduzir o complexo mundo real em descrições simbólicas e em obter agentes capazes de lidar com esses problemas em tempo útil.

A arquitetura deliberativa é adequada para implementar agentes intencionais, ou seja, os agentes que são capazes de produzir planos a partir das suas crenças e intenções. Por essa razão e, tal como referem Molina et al. (2005), este tipo de arquitetura é também designado por arquitetura deliberativa BDI (*Beliefs, Desires & Intentions*). A arquitetura BDI é uma das que mais tem sido estudadas em SMA's (Rao e Georgeff, 1998; Corchado et al., 2004; Molina et al., 2005), pelo facto de incorporar um modelo de representação do raciocínio humano, por ter muitas implementações e por ter uma semântica lógica, abstrata e de fácil compreensão.

O modelo BDI (Figura 6) foi desenvolvido para proporcionar soluções em ambientes dinâmicos ou incertos, onde os agentes apenas têm uma visão parcial do problema (o acesso à informação é limitado) e onde opera um número limitado de recursos. As crenças, os desejos, as intenções e os planos são uma parte fundamental do estado destes sistemas. Como um agente não tem um controlo direto sobre as suas crenças e desejos, ele não tem capacidade de alterar o seu perfil em relação a estas atitudes. Contudo, o agente pode decidir o que fazer com as suas intenções, i.e., o cumprimento de um determinado objetivo pode implicar a alteração do rumo futuro, provocando diferentes comportamentos dinâmicos. Deste modo, as intenções atuais de um agente podem influenciar as suas futuras intenções.



Fonte: baseado em Molina et al. (2005).

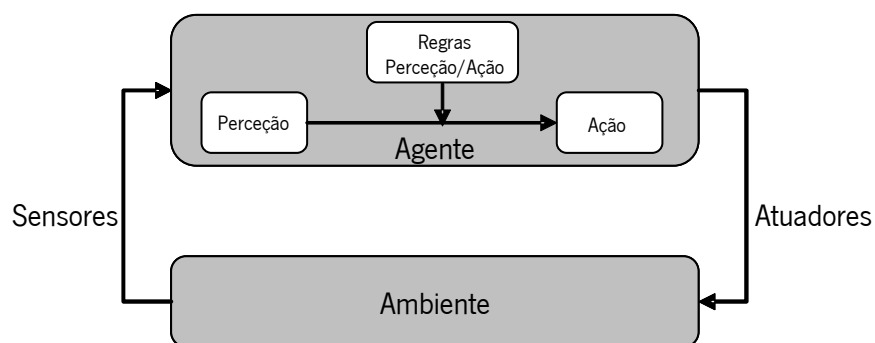
Figura 6: Modelo de arquitetura deliberativa *BDI*

Há diversos exemplos de aplicações práticas da arquitetura deliberativa. O modelo OASIS (*Optimal Aircraft Sequencing using Intelligent Scheduling*), concebido para gerir o tráfego aéreo no aeroporto de Sidney, recorre a este tipo de arquitetura (Georgeff e Rao, 1998), onde cada

agente representa um avião, que tem por objetivo encontrar uma pista de aterragem num determinado momento, através de uma negociação com os controladores aéreos. Num outro tipo de aplicação, Corchado et al. (2004) desenvolveram um guia turístico baseado numa aplicação *wireless* através de um modelo de agentes BDI para a cidade de Salamanca (*Tourist Guide-Usa*). Num outro caso, Carbó et al. (2003) desenvolveram a arquitetura deliberativa AFRAS (*A Fuzzy Reputation Agent System*) vocacionada para a compra e venda eletrónica de bens e de serviços.

### 3.6.2. A arquitetura reativa

Em oposição à deliberativa, a arquitetura reativa (Figura 7) não utiliza nenhum modelo simbólico do ambiente, nem recorre a nenhum raciocínio lógico complexo. A arquitetura reativa baseia-se no princípio de que um agente pode desenvolver inteligência a partir de interações com o ambiente, não precisando de um modelo pré-estabelecido. Nesta categoria, os agentes reagem a estímulos, definindo assim os comportamentos que determinam a execução das tarefas seguintes (Wu et al., 2009). Uma dos exemplos mais referenciados deste tipo de arquiteturas é a designada arquitetura de subsunção, que foi proposta por Rodney Brooks (Brooks, 1991; Molina et al., 2005; Tang e Wong, 2005). Esta arquitetura foi concebida para gerir sistemas robóticos, tendo uma estrutura em camadas, onde são desenvolvidas atividades específicas (como ajudar os robôs a executar uma tarefa) de uma forma independente e paralela, a partir das perceções recebidas do exterior (Brooks, 1991).



Fonte: Pereira (2004).

Figura 7: Modelo de arquitetura reativa

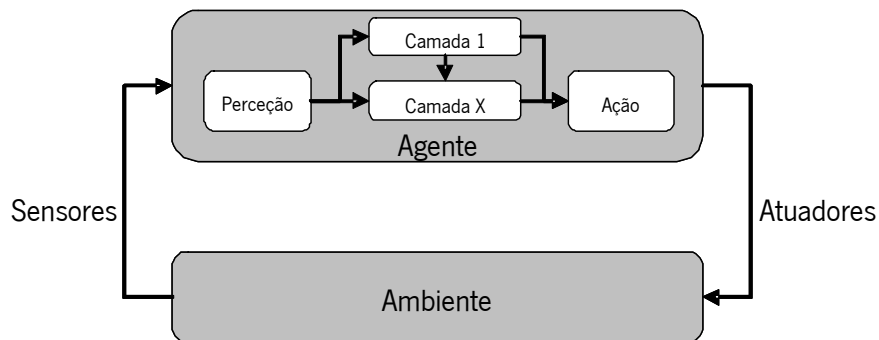
O recurso a arquiteturas reativas apresenta inúmeras vantagens para a resolução de problemas de sistemas complexos, pois apresentam características como simplicidade de construção,

flexibilidade de utilização, rapidez de execução, menor custo de implementação, ferramentas adaptativas e um processo de auto-organização (Wu et al., 2009; Gechter et al., 2010). A principal desvantagem deriva da inexistência de um processo metodológico definido, o que leva a que, em cada aplicação, o sistema seja desenvolvido com base num trabalho de aproximação e de erro (Fonseca, 2001).

Na literatura surgem também diversas referências à utilização de arquiteturas reativas. São os casos do modelo de apoio à condução de Gechter et al. (2010) e do sistema de gestão de produção proposto por Tang e Wong (2005). A robótica, os jogos, a simulação da deslocação de peões e de veículos e a modelação de sociedades artificiais são outras áreas onde é comum a utilização desta arquitetura (Gechter et al., 2010).

### 3.6.3. A arquitetura híbrida

A arquitetura híbrida (Figura 8), como a própria designação sugere, procura conciliar as principais vantagens das arquiteturas deliberativas e reativas (Wu et al., 2009).



Fonte: Pereira (2004).

Figura 8: Modelo de arquitetura híbrida

A arquitetura híbrida é constituída por vários módulos hierarquizados em dois subsistemas. O subsistema deliberativo utiliza um modelo simbólico do fenómeno a simular, com o objetivo de produzir planos. O subsistema reativo visa reagir a estímulos que ocorrem no ambiente e que não requeiram um mecanismo de raciocínio complexo. Nesta arquitetura há, normalmente, uma estruturação em camadas (Molina et al., 2005) que pode ser: (i) vertical, quando apenas uma camada tem acesso aos sensores e aos atuadores; (ii) ou horizontal, quando todas as camadas têm acesso aos sensores e aos atuadores. As camadas encontram-se hierarquicamente organizadas, estando a informação sobre o ambiente em diferentes níveis de abstração. O

comportamento global do agente é, então, definido pela interação entre os subsistemas deliberativos e reativos.

Na literatura surgem também diversos exemplos de aplicações baseadas em arquiteturas híbridas. Uma das mais referenciadas é a plataforma INTERRAP (Müller, 1996), que está dividida em três camadas estruturadas verticalmente: (i) a camada de comportamentos (de natureza reativa); (ii) a camada de planeamento (de natureza deliberativa); (iii) e a camada de cooperação (visa dotar os agentes de capacidades de comunicação e de cooperação). A arquitetura híbrida da TOURINGMACHINES tem também uma estrutura modular semelhante à da plataforma INTERRAP (Fonseca, 2001; Corchado et al., 2004). O trabalho de Wu et al. (2009), desenvolvido especificamente para a liga RoboCup, constitui um outro exemplo recente de uma aplicação que procura tirar partido da utilização combinada das arquiteturas deliberativas e reativas. Um outro exemplo é a aplicação ACOMSIM (Cil e Mala, 2010), que é uma ferramenta de simulação de combate militar, onde o planeamento das ações é definido pela componente cognitiva do sistema através de agentes reativos.

### **3.7. Os sistemas multiagentes em síntese**

Os SMA's são uma ferramenta computacional cujo principal objetivo é a resolução de problemas complexos. Os SMA's são constituídos por dois elementos fundamentais: os agentes e o ambiente. Os agentes correspondem a entidades computacionais que representam as entidades do mundo real a modelar, distinguindo-se por terem a capacidade de realizar ações autónomas de acordo com objetivos pré-determinados. A resolução dos problemas baseia-se, fundamentalmente, na interação mantida entre os agentes e entre estes e o respetivo ambiente. A modelação dos agentes permite a definição de comportamentos e de tendências gerais, que podem ser utilizados no apoio ao processo de tomada de decisão e na simulação de vários tipos de fenómenos de natureza económica, social, territorial, ambiental, militar, etc.

Para assegurar o processo de comunicação e de interação entre os agentes, é necessário que sejam verificados alguns pressupostos, nomeadamente que exista uma linguagem de comunicação e que haja uma correta interpretação das mensagens trocadas entre os agentes (ontologia comum). Num SMA, as linguagens tanto são utilizadas para representar o conhecimento interno dos agentes (comportamento), como para assegurar a comunicação entre



eles (interação). Dentro de cada uma destas categorias há várias tipologias de linguagens, algumas das quais estão integradas em plataformas ou em IDE's.

A coordenação, a cooperação e a negociação são os principais tipos de interações promovidas em SMA's, estando cada uma delas associada a objetivos específicos e à tipologia dos agentes envolvidos. A coordenação é o processo através do qual os agentes seguem um conjunto de etapas para atingir um objetivo específico. A cooperação acontece quando dois ou mais agentes cooperam na realização de uma tarefa. A negociação é uma interação através da qual são partilhados conhecimentos entre os agentes, com o objetivo de se obter uma solução aceitável para todos. Em termos de características, destacam-se duas tipologias de agentes: os cognitivos e os reativos. Os cognitivos operam de forma autónoma e racional, sendo movidos por crenças, desejos e intenções. Os reativos baseiam-se no princípio de resposta a um estímulo recebido do exterior, sem que nessa reação intervenha qualquer deliberação interna.

O fenómeno a simular determina não apenas a tipologia de agentes a envolver no sistema, como a forma como os agentes estão organizados e se relacionam entre si, o que determina o tipo de arquitetura utilizado. A pesquisa bibliográfica demonstrou que existem três tipos de arquiteturas principais: a deliberativa (onde os agentes possuem um modelo simbólico do ambiente e a execução das tarefas obedece a um conjunto de módulos planificados), a reativa (os agentes reagem a estímulos, não necessitando de um modelo simbólico pré-estabelecido para executar as tarefas) e a híbrida (que procura conciliar as principais vantagens e mitigar as principais debilidades da arquitetura deliberativa e da reativa).

## **4. A utilização dos sistemas multiagentes**

O objetivo fundamental deste Capítulo é o de fazer um enquadramento da aplicação dos MBA's ao nível do planeamento do território e do acolhimento empresarial. As principais dimensões analisadas neste Capítulo contemplam: a demarcação das vantagens dos MBA's face a outras ferramentas utilizadas no planeamento do território; o processo de construção de um MBA; as plataformas de simulação que podem ser utilizadas; uma retrospectiva dos modelos desenvolvidos ao longo das últimas décadas; a descrição dos principais fenómenos territoriais e empresariais simulados nos MBA's; e a forma como a questão da localização das empresas tem sido tratada nos modelos.

### **4.1. Áreas e exemplos de utilização dos sistemas multiagentes**

Os SMA's têm um vasto conjunto de aplicações e a sua utilização encontra-se disseminada por vários domínios científicos. Segundo López et al. (2005), os SMA's podem ser utilizados em dois grandes grupos de aplicações: enquanto assistentes pessoais e enquanto sistemas distribuídos. No primeiro caso, os agentes atuam como assistentes proactivos em certas aplicações, podendo o utilizador delegar as suas decisões no sistema. Os agentes representam múltiplas organizações ou indivíduos e a sua utilização verifica-se, por exemplo, em sistemas de pesquisa e busca de informação, de gestão, comércio eletrónico, etc. Nos sistemas distribuídos, os agentes pertencem, normalmente, a uma organização, sendo utilizados em aplicações industriais ao nível dos sistemas de produção, controlo de processos, gestão de negócios, de intranets, de telecomunicações, de sistema de transportes, ao nível da robótica, etc. De seguida apresentam-se alguns exemplos de aplicações baseadas em SMA's que foram desenvolvidas em vários setores de atividade.

A gestão e o controlo de processos são uma área natural da aplicação dos SMA's, uma vez que os processos de controlo são, em si mesmo, sistemas reativos autónomos (Jennings e Wooldridge, 1998). A utilização de agentes visa gerir, de uma forma mais eficiente, a produção através de um ajuste permanente de vários parâmetros ligados à produção. Neste caso, cada agente pode representar uma dessas componentes do sistema produtivo. O setor da indústria foi um dos primeiros a conhecer a aplicação de SMA's. As experiências iniciais ocorreram em finais da década de 1980 com a aplicação de protocolos de rede de contrato ao nível do controlo da produção. O YAMS (*Yet Another Manufacturing System*) foi uma dessas aplicações pioneiras (Jennings e Wooldridge, 1998). O ARCHON (*ARchitecture for Cooperative Heterogeneous ON-line systems*) constitui um outro exemplo de um modelo desenvolvido para o controlo de processos industriais (Jennings et al., 1996; Jennings e Wooldridge, 1998).

O planeamento e a gestão de transportes é também um domínio com diversas aplicações de SMA's. Estas aplicações visam, fundamentalmente, a resolução de conflitos, a monitorização, a coordenação e a tomada de decisões que facilitem a fluidez dos diferentes meios de transporte em condições de segurança. As aplicações incluem os transportes aéreos (caso do já referido modelo OASIS) e os ferroviários (Böcker et al., 2001), mas é ao nível dos transportes rodoviários que têm sido desenvolvidos mais modelos, estando alguns deles disponíveis sob a forma de *software*. Neste grupo incluem-se, por exemplo, os seguintes modelos: TRANSIMS (Smith et al., 1995), que foi utilizado em diversos contextos (Cetin et al., 2002; Chowell et al., 2003); MITSIM (Yang e Koutsopoulos, 1996), que foi aplicado por Akiva et al. (2001; 2003) e por Du et al. (2009); CORSIM (Owen, 2000); PARAMICS (Ozbay e Bartin, 2004; Ozbay et al., 2007); HUTSIM (Kosonen, 2003); VISSIM (Gomes et al., 2004), ARCHISIM (Doniec et al., 2008) e o modelo ALBATROSS de aplicação à escala macro (Arentze e Timmermans, 2008). Outras aplicações no domínio dos transportes incluem os modelos propostos por Adler e Blue (2002), Hernández et al. (2002) e Ezzedine et al. (2005).

A robótica é igualmente uma área onde se tem assistido à aplicação e à investigação em SMA's. Neste caso, os aspetos mais importantes relacionam-se com o comportamento individual dos agentes (reagem a estímulos) e com a interação de comportamentos individuais num determinado ambiente e em condições específicas. Em robótica as aplicações são diversas e incluem, por exemplo: a coordenação de robôs em competições de equipa, como é o caso da RoboCup – Futebol Robótico (Reis, 2003; López et al., 2005); o projeto RETSINA, que visa a eliminação de minas através de robôs (Sycara et al., 2003); os veículos não tripulados para operar sobre linhas inimigas/contaminadas (Duffee, 1999); e a arquitetura especialmente vocacionada para aplicações robóticas desenvolvida por Innocenti et al. (2007).

Em redes de sistemas distribuídos, como a Internet, existe um considerável número de aplicações de SMA's. A Internet pode mesmo ser considerada um SMA à escala global, onde cada um dos computadores ligados à rede funciona como um agente; a Internet constitui o ambiente onde os agentes estão inseridos, e interagem uns com os outros (Cremonini et al., 1999). O modelo de comércio eletrónico Agent-Strat (Li, 2007) opera pela Internet. Num outro caso, Wijngaards et al. (2002) construíram o AgentScape para facilitar o desenvolvimento e a aplicação de agentes através da Internet. Os assistentes pessoais (agentes inteligentes), que prestam ajuda aos utilizadores, constituem outro exemplo de agentes utilizados na Internet (na busca de informação, por exemplo) e na informática em geral (na realização de tarefas).

A utilização de SMA's é frequente noutros tipos de redes, como nos sistemas de telecomunicações, nas redes energéticas e nos sistemas de vigilância. As redes de telecomunicações e energéticas são, por norma, extensas e contam com a presença de um grande número de agentes. A introdução de agentes visa simplificar e tornar mais eficiente a forma como aquelas redes são geridas. No caso das redes de telecomunicações, Chou e Seng (2009) construíram um modelo inteligente de SMA's para gerir redes B2B (*business to business*) de uma forma mais simples e flexível. Nas redes elétricas, Pereira (2004) formulou o simulador baseado em agentes Mascem, que engloba estratégias de negociação nos mercados de energia elétrica. Nas redes de vigilância, onde são utilizados sensores e agentes que cooperam na monitorização do espaço, há também vários exemplos de aplicações com recurso a SMA's, como os projetos de Matsuyama e Ukita (2002) e de Zaki e Sobh (2004).

Os jogos, a indústria do entretenimento em geral e a realidade virtual constituem um domínio onde a utilização de SMA's é comum. A construção de ambientes virtuais quase reais é conseguida através de um elevado número de agentes, que promovem interações com o utilizador. Nos jogos há os designados *believable agents*, que se comportam como pessoas e que conferem um maior realismo às interações mantidas com o utilizador (Wooldridge, 2009). A realidade virtual utiliza cada vez mais SMA's em domínios como a simulação de voos de avião, de combates (Cil e Mala, 2010) ou no planeamento urbano (Sunesson et al., 2008).

Outros domínios de utilização incluem o ambiente e a medicina. No caso do ambiente existe uma extensa lista de aplicações ao nível da gestão de recursos naturais (água, solo, florestas, etc.) e da ecologia, com o objetivo de estudar o relacionamento entre espécies diferentes ou como os animais se adaptam às alterações ambientais e às desencadeadas pelas atividades humanas (Bousquet e Page, 2004; McLane et al., 2011). As origens dos SMA's radicam mesmo nos sistemas biológicos, por estes serem sistemas adaptativos complexos (Munthali, 2012). Há inclusive algumas plataformas de simulação generalistas que se inspiram nestes sistemas biológicos (como a Swarm) e existem plataformas específicas para a modelação ecológica (ECHO, SME, etc.), para a gestão de recursos naturais (CORMAS) e para a biologia (SimBioSys). No caso da medicina, as aplicações centram-se na monitorização de pacientes e nos cuidados de saúde. O sistema Guardian, por exemplo, visa monitorizar e diagnosticar a evolução clínica de pacientes internados (Larsson et al., 1996). No âmbito da propagação de doenças refira-se, a título de exemplo, o trabalho realizado por Gong et al. (2006) e por Linard et al. (2009).

## **4.2. A utilização dos sistemas multiagentes no planeamento do território**

Ao longo do último Subcapítulo demonstrou-se que os SMA's são utilizados em domínios muito diversificados. No planeamento do território, o número de modelos aplicados através desta ferramenta tem crescido ao longo das últimas duas décadas. Por isso, um dos primeiros aspetos a esclarecer prende-se, precisamente, com os motivos que explicam este crescimento.

A necessidade de resolver problemas complexos esteve na origem do desenvolvimento dos SMA's. Ora, a complexidade do território é uma das principais causas que tem contribuído para a crescente utilização dos SMA's no planeamento. Neste caso, a complexidade é entendida sob várias dimensões, que resultam do elevado número de entidades que interagem com o território. Assim, Healey (2007) considera que a complexidade resulta da dificuldade em integrar no planeamento as perspetivas dos múltiplos atores, que se desenvolvem numa escala espacial e temporal muito dinâmica. Crooks (2010) resume a complexidade dos territórios urbanos à sua capacidade de auto-organização, à emergência de novos fenómenos, à não-linearidade dos acontecimentos e à correlação e dependência das variáveis. Batty (2008) considera mesmo que as cidades são sistemas complexos por excelência, necessitando de ferramentas de planeamento adequadas aos novos desafios com que se confrontam.

Assim, o território, para além de ser um recurso limitado, configura também um sistema complexo, sobre o qual interage um conjunto muito diversificado de atores, com capacidades e interesses diferentes. O planeamento é a atividade que procura racionalizar a ocupação e as transformações do território (em especial do uso do solo), em função das necessidades humanas e dos interesses ambientais através de um conjunto de normas e de regulações. O planeamento é, portanto, um processo que dá corpo a uma visão política para o território (Holden, 2007). À medida que se torna um recurso cada vez mais limitado, a pressão sobre o território tem tendência a aumentar, no sentido de serem permitidos vários usos nem sempre compatíveis, nem sustentáveis. A complexidade resulta, então, da dificuldade em planear e gerir a multiplicidade de variáveis que incidem sobre o território: as ações dos atores, as condicionantes do próprio território, os processos autónomos que podem alterar as suas características; e as disposições dos planos reguladores do uso do solo.

A atuação combinada destas variáveis levanta enormes desafios ao planeamento do território, que tem procurado socorrer-se de ferramentas cada vez mais potentes não só para lidar com os crescentes níveis de complexidade e de incerteza, como para obter soluções mais robustas (Manson, 2007). Por outro lado, o planeamento é tão transversal e complexo que os

próprios planeadores têm-se tornado vítimas da atividade que desenvolvem, pois não conseguem controlar todas as suas dimensões (Holden, 2007). É neste contexto que se enquadra o recurso às designadas *técnicas emergentes* no processo de apoio à tomada de decisão (Ramos e Silva, 2002; Silva et al., 2004). Estas técnicas recorrem a bases de informação mais extensas e a modelos de simulação, que permitem fazer um exercício de prospetiva sobre os impactos futuros que determinadas políticas/soluções/fenómenos poderão ter no território.

No domínio das técnicas emergentes, há diversas ferramentas que podem ser utilizadas na simulação, tais como os autómatos celulares, as redes neurais artificiais e os SMA's. A utilização dos SMA's apresenta diversas vantagens ao nível do planeamento do território, porque compreendem várias dimensões que não são consideradas pelas outras ferramentas, conforme se detalha no Subcapítulo 4.2.2.

#### **4.2.1. Sistemas multiagentes e modelos baseados em agentes: uma clarificação conceptual**

Na literatura relativa à utilização de SMA's no planeamento do território, um dos problemas que se identifica logo à partida é o da proliferação de um conjunto de termos que não são totalmente coincidentes. Por exemplo, Castle e Crooks (2006) referem que expressões como *modelação computacional baseada em agentes*, *simulação social baseada em agentes*, *simulação computacional baseada em agentes* e *modelação e simulação baseada em agentes* são utilizadas indiferenciadamente. Outras expressões utilizadas como sinónimos incluem: *modelação baseada em agentes*, *simulação multiagentes*, *simulação baseada em multiagentes* (Hare e Deadman, 2004) ou ainda *sistemas baseados em agentes* (Hillier e Tomlin, 2007). A confusão em relação aos termos utilizados é também apontada por Nikolai e Madey (2009), quando referem que os termos *agente*, *baseado em agentes* e *multiagente* são frequentemente utilizados com o mesmo sentido, facto que não corresponde inteiramente à verdade. Bousquet e Page (2004) referem mesmo que os SMA's são um conceito genérico, que é utilizado com múltiplos sentidos. Perante este volume de meta-conceitos, a questão que se coloca é a de saber se todos eles são realmente sinónimos e qual deles é o mais apropriado, nomeadamente quando estão em causa simulações de fenómenos territoriais.

Numa tentativa de repor alguma uniformidade, alguns autores têm procurado reduzir a ambiguidade dos termos utilizados. Assim, no contexto específico das ciências sociais e do planeamento do território tem-se vindo a impor a designação de *modelos baseados em agentes* (Macy e Willer, 2002; Berger et al., 2001; Rixon et al., 2005; Castle e Crooks, 2006; Matthews

et al., 2007; Clifford, 2008; Fertner, 2008; Batty, 2009). Com base nesta sustentação, optou-se por utilizar esta expressão daqui em diante.

Contudo, as noções de SMA's e de MBA's não são totalmente similares. Os estudos de Hare e Deadman (2004) e de Castle e Crooks (2006) são relativamente exaustivos na forma como procuram clarificar as diferentes origens e os significados dos termos. Para estes autores, a noção de SMA's e de MBA's são diferentes, uma vez que os SMA's correspondem a um conceito mais utilizado fora do domínio das ciências sociais, nomeadamente no desenvolvimento de *software*. Por esta razão, Castle e Crooks (2006) referem que os SMA's devem ser entendidos como o estudo de *sociedades de agentes autónomos artificiais*, enquanto os MBA's correspondem mais a *sociedades artificiais de agentes autónomos*. Esta distinção é mais que um preciosismo linguístico, pois na verdade um MBA vai além da conceção e da compreensão de agentes artificiais num sistema.

Assim, no contexto dos SMA's, de que forma poderá ser entendido um MBA? Um modelo é, desde logo, uma simplificação da realidade, a uma abstração teórica de um sistema, através da qual os princípios teóricos são computacionalmente testados e analisados (Batty, 2009). Os modelos urbanos e territoriais fazem a representação de funções e de processos que geram estruturas urbanas espaciais em termos de uso do solo, população, emprego e transportes, etc. Neste contexto, um MBA consiste num sistema computacional, cujo objetivo é o de colocar em articulação um conjunto diversificado de agentes. Ou seja, um MBA corresponde a um sistema especificamente vocacionado para representar individualmente as interações que ocorrem entre os agentes e, entre estes e o ambiente associados a um meio real, através de regras simples e numa dimensão espaço-temporal discreta (Hare e Deadman, 2004; Crooks, 2010). No domínio do planeamento do território, os MBA's são uma ferramenta cada vez mais utilizada na modelação de fenómenos e no apoio à tomada de decisão (Matthews et al., 2007). Assim, os MBA's são particularmente adequados para estudar fenómenos sociais e económicos (Macy e Willer, 2002; Rixon et al., 2005; Castle e Crooks, 2006; Gilbert, 2008; Fertner, 2008) e o processo de transformação do uso do solo (Berger et al., 2001; Boulanger e Bréchet, 2005; Li e Liu, 2007; Filatova et al., 2009).

#### **4.2.2. Vantagens e desvantagens dos modelos baseados em agentes aplicados ao território**

A utilização de MBA's no planeamento do território apresenta um conjunto de vantagens tanto em relação a outras ferramentas convencionais, como os SIG, como em relação a outras

ferramentas das designadas técnicas emergentes, como os autómatos celulares e as redes neurais. As principais vantagens são as seguintes:

- Os MBA's são a ferramenta que permitem integrar de forma mais eficiente a perspetiva dos diversos atores no processo de planeamento (Ligtenberg et al., 2004; Saarloos et al., 2007). Os agentes representam entidades do mundo real (pessoas, veículos, terrenos, etc.), têm capacidade de processar e de trocar informação e de tomar decisões de uma forma autónoma e com recurso a aprendizagem.

- Os MBA's permitem fazer uma descrição natural de um sistema (Munthali, 2012), pela sua capacidade de incorporar a heterogeneidade dos elementos na modelação. Por exemplo, a população pode ter atributos como a idade, o sexo, a atividade profissional, etc.

- Os MBA's detetam tendências emergentes, pois baseiam-se numa abordagem *bottom up*, onde um determinado fenómeno territorial é explicado como sendo o resultado da interação de um conjunto de ações individuais (Benenson, 1999; Ligtenberg et al., 2004; Urbani e Delhom, 2008; Munthali, 2012). Por exemplo, as horas de ponta resultam do facto de um grande número de pessoas recorrerem ao automóvel nas suas deslocações casa-trabalho em horários idênticos.

- Nos MBA's, os agentes podem deslocar-se sobre o ambiente, simulando, assim, o comportamento das pessoas e dos objetos (peões, veículos, etc.). Pode haver também agentes que representam elementos, que apesar de serem imóveis (parcelas de terreno, edifícios, etc.), podem mudar de estado (edifício devoluto/ocupado, por exemplo), o que confere um carácter dinâmico à modelação.

- O carácter dinâmico é incrementado pelo facto dos MBA's permitirem simular evolução de um fenómeno ao longo do tempo. Nos MBA's existem duas formas diferentes de abordar o tempo e a sucessão de eventos: a simulação por eventos discretos e a simulação por etapas de tempo discreto (Rixon et al., 2005). Na simulação por eventos discretos, o modo de funcionamento do sistema consiste numa sequência cronológica de eventos. Cada evento acontece num determinado momento no tempo, provocando uma mudança no estado do sistema e novos eventos podem ser gerados. Na simulação por passos de tempo discretos, o sistema dispõe de um *relógio* interno que define o momento em que o próximo grupo de eventos será processado.

- Uma outra vantagem resulta da possibilidade de interface com outras ferramentas de análise espacial, com o objetivo de detalhar o ambiente físico do modelo. A interface é possível com os autómatos celulares (Couclelis, 2007; Clifford, 2008) e com *software* SIG (Crooks, 2006), sendo este último aspeto analisado com mais detalhe no Capítulo 5.



- Os MBA's são considerados ainda como uma ferramenta que permite complementar as análises dos métodos tradicionais (Filatova et al., 2009), assim como constitui uma forma de superar algumas dificuldades associadas à experimentação nas ciências sociais, como os problemas éticos (Gilbert, 2008).

Não obstante as vantagens mencionadas, a utilização de MBA's no planeamento do território apresenta igualmente algumas desvantagens ou, pelo menos, especificidades que podem tornar mais complexa a modelação. De entre as principais, destacam-se as seguintes:

- Conhecimentos/experiência de programação: esta é uma das principais dificuldades que se colocam à utilização de MBA's, até porque os planeadores do território, frequentemente, não têm esta formação (Robertson, 2005; Castle e Crooks, 2006). A experiência de programação é particularmente necessária quando se opta por construir um modelo de raiz, onde todos os aspetos relacionados com a linguagem, a arquitetura, as interações e as regras de funcionamento do modelo têm que ser programadas. No entanto, o surgimento de diversas plataformas e de programas de simulação reduziu a dificuldade associada à componente teórica e de programação do modelo, embora seja sempre necessário dominar a linguagem de programação utilizada pela plataforma/*software*.

- A complexidade da modelação (mas também dos fenómenos territoriais que são cada vez mais transversais) tem levado à necessidade de envolver vários especialistas na construção dos modelos. A participação de outros técnicos na modelação não é, em si mesmo, uma dificuldade, mas pode levantar outros problemas, ao nível da disponibilidade, da articulação e dos custos que estas equipas mais alargadas podem representar.

- A falta de dados desagregados à escala individual do fenómeno a simular é, frequentemente, um outro problema comum (Crooks et al., 2008). Em termos territoriais, este problema tem vindo a ser superado, uma vez que há cada vez mais informação cartográfica e estatística que está disponível com um elevado nível de desagregação espacial.

- Em determinadas situações, os modelos poderão não produzir uma solução analítica (Robertson, 2005). Isso resulta das especificidades de alguns modelos associadas à interação de um elevado número de agentes heterogéneos, bem como da dificuldade em obter um ponto de equilíbrio, que resulta do carácter dinâmico deste tipo de modelação.

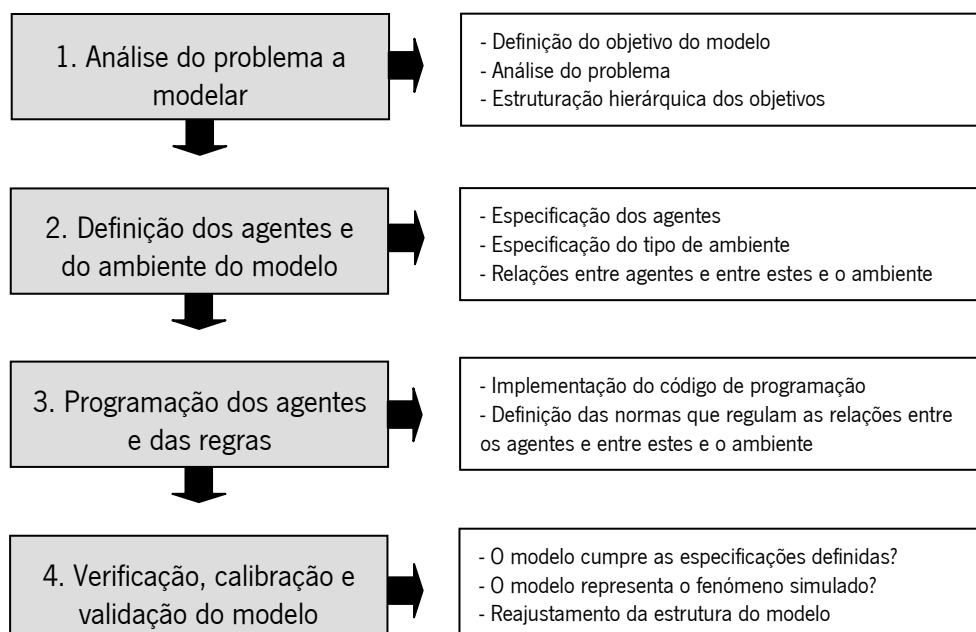
Apesar disso, as vantagens que decorrem da utilização de MBA's no planeamento do território têm sido a principal causa da crescente utilização desta ferramenta ao longo dos últimos anos (Bellomo e Occelli, 2004; Ligmann e Jankowski, 2007). As investigações têm

levado a uma grande diversidade de aplicações, a uma complexificação teórica e a uma maior capacidade de análise dos modelos, em resultado da maior disponibilidade e desagregação dos dados e da maior capacidade informática de processamento da informação. Isso levou, inclusivamente, à utilização de técnicas de microsimulação nos MBA's (Saarloos et al., 2007).

#### 4.2.3. O processo de construção de um modelo baseado em agentes

A construção de um MBA obedece a um conjunto de etapas sequenciais. De uma forma geral, o desenvolvimento de um modelo pode conseguir-se mediante duas formas: ou através da construção de um modelo de raiz ou através do recurso a uma plataforma de simulação, que pode ser utilizada para aplicações específicas (Castle e Crooks, 2006). O objetivo do presente Subcapítulo consiste em descrever as principais etapas que são consideradas no processo de construção de um modelo de raiz. As plataformas de simulação são analisadas com mais detalhe no Subcapítulo seguinte.

No que respeita à construção de um novo modelo e dada a flexibilidade da modelação, não existe uma solução pré-definida e estandardizada no que respeita à sua formulação. No entanto, os trabalhos de Park e Sugumaran (2005), Brown (2006), Castle e Crooks (2006) e Gilbert (2008) sistematizam as principais etapas que são consideradas na construção de um MBA. Assim e, de uma forma geral, identificam-se quatro etapas fundamentais (Figura 9).



Fonte: baseado em Park e Sugumaran (2005), Castle e Crooks (2006) e Gilbert (2008).

Figura 9: Etapas de construção de um modelo baseado em agentes

A primeira delas consiste na análise do problema onde, em abstrato, deve ser avaliada a natureza, as necessidades, os objetivos e os limites do sistema. Gilbert (2008) argumenta que o modelo deverá responder de uma forma satisfatória a uma pergunta de investigação. Quanto mais precisa for essa questão, maiores serão as probabilidades do modelo produzir resultados práticos; se a questão for demasiado generalista ou vaga, então poderá haver maior dispêndio de tempo a afinar o modelo ou então aquele produzirá resultados mais incipientes. A pergunta de investigação deverá, assim, indicar com rigor aquilo que se pretende alcançar e os elementos que serão envolvidos no modelo.

Na segunda fase, procede-se à identificação dos agentes em consonância com os objetivos pretendidos para a simulação. Os agentes podem ser homogêneos (ter a mesma tipologia) ou heterogêneos mas, independentemente disso, para cada agente é necessário especificar as regras que irão regular o seu comportamento. Gilbert (2008) considera que este trabalho deve ser feito de duas formas: por um lado, é preciso especificar a forma como os outros agentes e o ambiente podem afetar um agente; e por outro, é preciso especificar as condições em que um agente reage às alterações do ambiente, bem como as condições em que o agente precisa de agir sobre o ambiente. Castle e Crooks (2006) consideram que um dos aspetos que terá de ser ponderado nesta fase é se os agentes devem ser abstratos (cenário exploratório) ou concretos (cenário de previsão). Se forem abstratos, os agentes são programados com características e comportamentos que representam, de forma mais ou menos simplificada, fenómenos para testar hipóteses. Se forem concretos, são empiricamente fundamentados, i.e., representam indivíduos ou organizações do mundo real, sobre os quais existem dados que permitem descrever o seu comportamento. Nesta etapa é também necessário definir o tipo de ambiente requerido para o modelo. Por exemplo, se o ambiente deve ou não ser espacialmente explícito e que elementos têm que integrar para que possa reproduzir a realidade a modelar. Brown (2006) refere que, em muitos casos, os investigadores começam por desenvolver modelos teóricos concebidos para simular a dinâmica de um dado sistema, acabando depois por aplicá-los a casos concretos.

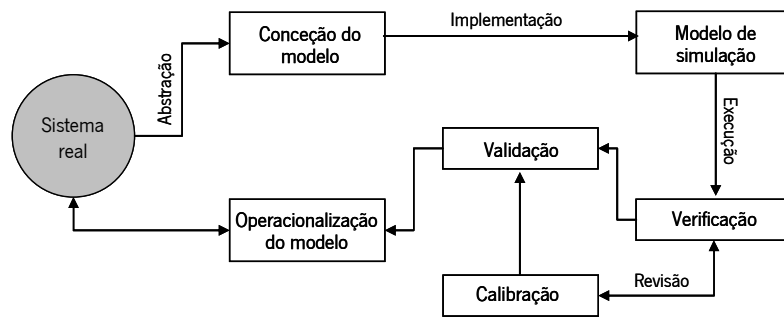
As características dos agentes e do ambiente determinam diferentes tipologias de MBA's. De acordo com Gilbert (2008), os MBA's podem assumir três formas diferentes: *modelos abstratos*, *modelos intermédios* e *modelos fac-símile*. Nos modelos abstratos, não há um objetivo de simular um caso empírico, mas apenas de construir um modelo que reproduza alguns processos gerais, através do desenvolvimento de uma teoria, à qual são aplicados alguns

critérios. O modelo de Epstein e Axtell (1997) constitui um exemplo desta tipologia. Um modelo intermédio, por sua vez, visa representar as características de um sistema concreto, mas de um modo relativamente generalizado, de tal forma que as suas conclusões podem ser aplicadas a um elevado número desses sistemas. Neste caso insere-se, por exemplo, o modelo de Malerba et al. (2001). Por seu turno, os modelos fac-símile são aqueles que reproduzem o sistema com detalhe, com o objetivo de efetuar previsões e para tentar antecipar o impacto futuro de determinadas políticas. É nesta categoria que se insere a maior parte dos MBA's.

Uma vez esclarecidos os aspetos anteriores, a etapa seguinte consiste na formalização do modelo, ou seja, na programação das regras do seu funcionamento (Castle e Crooks, 2006). O correto funcionamento de um modelo depende de uma adequada programação dos agentes e das regras (*outlines*) que regulam o comportamento e as interações entre os agentes e, entre estes, e o ambiente (Park e Sugumaran, 2005; Gong et al., 2006). Uma definição das regras baseada nas características das entidades a modelar dá garantias de resultados mais consistentes (Valbuena et al., 2008). A correta definição das regras é igualmente importante para evitar a ocorrência de conflitos e de erros durante o processo de simulação (Wooldridge, 2001). A escolha da linguagem de programação a utilizar faz-se nesta etapa. Conforme se referiu no Subcapítulo 3.4., na construção de um MBA tanto se podem utilizar linguagens de POO (como C++, Java e Objective-C), como linguagens de POA (como a AgentSpeak, Jason e 3APL).

A etapa seguinte consiste na avaliação do modelo e na análise dos resultados obtidos através de várias fases iterativas (Figura 10) que, por vezes, são confundidas (Honachefsky, 1999; Batty, 2007, 2009). A fase inicial é a da verificação do modelo. A verificação é o procedimento que procura testar se o modelo cumpre as especificações para as quais foi concebido (Gilbert, 2008). Estes testes funcionam como hipóteses sobre o comportamento do modelo em diferentes cenários e permitem aferir o relacionamento entre os seus parâmetros e os resultados obtidos. A verificação consiste em analisar se o modelo é consistente com a teoria, se produz resultados lógicos e se é apropriado para o problema que se pretende analisar.

A segunda fase é a da calibração do modelo. A calibração corresponde à etapa onde são efetuados vários ajustamentos ao modelo, através de manipulações das variáveis independentes, de forma a obter-se uma correspondência entre a distribuição observada e a simulação das variáveis dependentes. A calibração consiste em afinar a estrutura e os parâmetros do modelo para que represente adequadamente o fenómeno a modelar.



Fonte: baseado em Labarthe et al. (2007).

Figura 10: Principais etapas de avaliação de um modelo

A terceira fase é a da validação do modelo. Ao contrário da verificação, a validação consiste em analisar se o modelo reproduz adequadamente o fenómeno que está a ser simulado. Assim, um modelo pode passar no teste da verificação (a execução corre conforme previsto) mas, se a especificação prévia do modelo não for adequada, os resultados poderão não ser válidos. Como referem Parker et al. (2003), enquanto a verificação consiste em certificar se o sistema está bem construído (*do the thing right*), a validação significa avaliar o seu correto funcionamento (*do the right thing*). A confirmação de que os resultados obtidos estão em conformidade com a realidade não é uma tarefa fácil, sobretudo quando estão em causa sistemas complexos, como os territórios, onde o elevado número de variáveis externas pode interferir nos resultados obtidos e dificultar a comparação (Honachefsky, 1999; Batty, 2007; Li et al., 2008). Deste modo, por vezes é difícil detetar quando os resultados inesperados são fruto de erros do sistema ou correspondem a situações imprevisíveis (Brown, 2006). A própria natureza mais abstrata ou mais representativa do modelo também condiciona a maior ou menor dificuldade em validar os resultados. Por outro lado, como muitos modelos são estocásticos, é por vezes difícil perceber até que ponto as diferenças entre os resultados obtidos e a realidade observada se devem aos processos probabilísticos utilizados ou à má conceção do modelo (Gilbert, 2008). Assim, a validação envolve sempre uma dose de juízo de valor sobre o comportamento do sistema, porque alguns dos pressupostos são difíceis de confrontar com a realidade. Tal sucede, por exemplo, com os MBA's que simulam catástrofes naturais ou acidentes, porque as circunstâncias que permitem a sua validação poderão não se repetir. Desta forma, há casos de MBA's que são verificados e que podem não ser validados e vice-versa o que, em ambas as situações, poderá comprometer a credibilidade dos resultados obtidos (Batty, 2007).

Para além destas etapas fundamentais, Rixon et al. (2005) consideram que a construção de um modelo deve seguir princípios de simplicidade, de boa compreensão e de flexibilidade. A

simplicidade (da estrutura, das interações, etc.) torna mais fácil e rápida a compreensão do modelo e a obtenção de resultados. Um modelo que permite uma boa compreensão é um modelo onde as sequências de eventos são facilmente identificadas; modelos com muitos agentes e com relações demasiado intrincadas dificultam a sua compreensão e a interpretação dos resultados. A flexibilidade relaciona-se com a capacidade de alterar a estrutura do modelo, o que facilita o seu ajustamento e aumenta a sua capacidade de exploração.

#### **4.2.4. As plataformas de simulação: características gerais e aplicações**

O recurso a plataformas/*software* de simulação é uma opção alternativa à construção de um modelo de raiz. Esta solução é particularmente vantajosa para aqueles que têm menores conhecimentos de programação, permitindo que os seus utilizadores se focalizem mais nas questões relacionadas com o funcionamento do modelo do que com a sua construção (Castle e Crooks, 2006). No entanto, esta solução também apresenta inconvenientes. O utilizador terá sempre que estudar a forma como a plataforma funciona e a linguagem de programação que utiliza. Por outro lado, as funcionalidades de algumas plataformas poderão não ser adequadas para a simulação de alguns fenómenos (Terna, 1998).

Na atualidade estão disponíveis mais de uma centena de plataformas de simulação, com características e funcionalidades específicas (Castle e Crooks, 2006), o que tem levado à realização de alguns estudos onde se comparam as características que apresentam (Serenko e Detlor, 2002; Tobias e Hofmann, 2004; Castle e Crooks, 2006; Dugdale, 2006; Railsback et al., 2006; Nikolai e Madey, 2009). Nestes estudos foram feitas análises comparativas de um número variável (mas quase sempre limitado) de plataformas de simulação, com objetivos diferentes. Alguns dos estudos procuram identificar as plataformas mais adequadas para utilizar nas ciências sociais (Tobias e Hofmann, 2004; Castle e Crooks, 2006; Dugdale, 2006); noutros casos o objetivo foi o de analisar as plataformas mais apropriadas para serem utilizadas em contexto educativo (Serenko e Detlor, 2002); noutros ainda foi o identificar as funcionalidades de um número alargado de plataformas (Nikolai e Madey, 2009). A análise comparativa destes estudos compreende aspetos como o domínio de aplicação das plataformas, a linguagem utilizada, o tipo de licenciamento, a articulação com programas SIG, etc.

Um das características que pode determinar a escolha de uma plataforma de seleção é o seu tipo de licenciamento, havendo três tipologias diferentes: as plataformas *open source*,

*shareware/freeware* e sob licenciamento. As primeiras compreendem as plataformas cujo código-fonte pode ser livremente alterado pelo utilizador, o que lhes confere uma grande flexibilidade de utilização, mas requer o domínio da linguagem de programação. As plataformas *shareware/freeware* enquadram-se numa tipologia próxima da anterior, pois são de livre acesso, mas distinguem-se por não permitirem uma alteração da linguagem de código do sistema. São, portanto, plataformas menos flexíveis que as anteriores. Por último, as plataformas sob licenciamento são essencialmente representados por programas desenvolvidos por empresas, que são responsáveis pela sua produção e comercialização, exigindo o pagamento de uma licença de utilização. Com base no tipo de licenciamento, procede-se de seguida a uma breve análise das plataformas mais utilizadas, especialmente, na simulação de fenómenos territoriais.

Na tipologia *open source* existem diversas plataformas com ampla utilização na simulação de fenómenos territoriais. As mais utilizadas são as plataformas Swarm e Repast, mas podem indicar-se outras como a Mason, Ascape e Sugarscape.

A plataforma Swarm é uma das mais antigas (Castle e Crooks, 2006) e uma das mais utilizadas na simulação de agentes (Tobias e Hofmann, 2004; Dugdale, 2006), tendo inspirado o surgimento de outras ferramentas *a posteriori* (Nikolai e Madey, 2009) e de linguagens de programação específicas, como a MAML (Gulyás et al., 1999). A Swarm é uma plataforma vocacionada para simular fenómenos onde intervém um grande número de entidades, de cuja interação resulta um ordenamento lógico (Devisch et al., 2004; Parunak e Brueckner, 2004). A Swarm é considerada uma das mais robustas e flexíveis plataformas de simulação (Dugdale, 2006), a sua utilização é favorecida pela existência de muito material de suporte e por eventos que servem para divulgar a sua utilização (como a *SwarmFest*). Porém, é uma plataforma que exige que os utilizadores tenham experiência de programação com linguagem Java e que estejam familiarizados com a POO (Dugdale, 2006). Há diversos MBA's de base territorial que foram construídos através da plataforma Swarm. São os casos do modelo de alteração do uso do solo de Ligtenberg et al. (2001); do STREETS, que simula o movimento dos peões nos centros urbanos (Haklay et al., 2001); ou do SwarmCity, que modela os comportamentos associados à escolha de áreas residenciais (Devisch et al., 2004).

A Repast é uma plataforma de simulação que se baseou na Swarm (Berger et al., 2001; Ligtenberg et al., 2004; Benenson et al., 2005), tendo princípios de funcionamento e uma linguagem comum (Java). A Repast sofreu diversos incrementos ao longo do tempo, de que resultaram versões com diferentes linguagens de programação (RepastPy, RepastJ, Repast.Net e

Repast S). A RepastPy está direcionada para utilizadores com pouca experiência de programação, ao passo que as versões posteriores obrigam a conhecimentos mais avançados (Castle e Crooks, 2006; Tataru et al., 2006). A Repast está particularmente vocacionada para modelar agentes sociais num contexto recursivo (organizações, pessoas, etc.), sendo uma das mais adequadas para simular fenómenos e redes sociais (Berger et al., 2001; Tobias e Hofmann, 2004; Rixon et al., 2005; Dugdale, 2006). É também uma das plataformas que disponibiliza mais material de apoio aos utilizadores, como são disso exemplo os trabalhos de North et al. (2005a), North et al. (2005b), Tataru et al. (2006), Malleson (2010a) e de Tesfatsion (2010). Há vários exemplos de MBA's concebidos através desta plataforma. São os casos dos modelos de: Ligtenberg et al. (2004), que simula cenários de planeamento a partir da decisão de vários atores sociais; de Brown et al. (2005), que simula as interações de diversos agentes num cenário de guerra; de Castle (2006), que modela a evacuação de pessoas a partir de uma estação subterrânea; e de Crooks (2006), que simula a localização empresarial e residencial. Destaque ainda para a extensão Agent Analyst que permite simular agentes no ArcGIS (*software* SIG), através da plataforma Repast (North, 2007; Johnston, 2013). O Repastcity (Malleson, 2010b) constitui um exemplo de um modelo construído através desta extensão.

As outras três plataformas *open source* referidas têm um menor número de aplicações. A plataforma Mason foi concebida para ser uma alternativa mais simples e rápida à Repast, estando mais direcionada para modelos computacionais, que permitem simular muitos agentes ao longo de várias iterações. Contudo, tem tido uma utilização mais restrita, com a maior parte das aplicações feitas pela própria equipa que a desenvolveu (Luke et al., 2004). Baseada na Swarm, a plataforma Ascape foi desenvolvida com o objetivo de tornar mais simples o processo de simulação (Dugdale, 2006; Tesfatsion, 2010). A Ascape utiliza procedimentos idênticos à Swarm em termos de linguagem (Java) e de funcionamento (os *scapes* equivalem aos *swarms*, i.e., a grupos de agentes com determinados comportamentos (Parker, 2001; Inghiosa e Parker, 2002). A Ascape é uma plataforma flexível, com aplicações em vários domínios. São disso exemplo os estudos de segregação residencial de Zhang (2004) ou o modelo ArrierosAlife (Auer e Norris (2001), que visa modelar as alterações de comportamentos associadas às redes sociais. A Sugarscape (Epstein e Axtell (1996, 1997) é uma plataforma que combina funcionalidades dos autómatos celulares (grelha de células) com agentes (Terna, 2001). As células contêm recursos necessários à sobrevivência dos agentes, os quais têm certos atributos e regras comportamentais. A plataforma analisa a forma como os agentes se organizam entre si



para explorarem esses recursos, de que depende a sua sobrevivência e reprodução (Ginot et al., 2002). É, portanto, uma plataforma vocacionada para simular fenômenos sociais, tendo sido utilizada por: Macmillan e Huang (2008) no modelo de evolução de uma sociedade agrícola primitiva; Epstein (2007) para analisar a evolução da comunidade indígena Anasazi (EUA); e por Watkins e Hill (2009) para simular as relações entre os agentes num contexto de trocas comerciais.

Na tipologia *shareware/freeware* há duas plataformas que se destacam: a StarLogo e a NetLogo, que partilham alguns aspetos em comum, como a linguagem gráfica e o ambiente de trabalho. A linguagem gráfica destas plataformas baseia-se na linguagem de programação Logo que foi desenvolvida a partir da década de 1960 e que se baseava nas *turtle graphics* (Dugdale, 2006). A NetLogo integra a maior parte das funcionalidades da StarLogo (a primeira a ser desenvolvida), mas a sua linguagem foi reformulada para tornar as simulações mais robustas. Assim, ambas as plataformas têm um ambiente similar (dividido em células – *as patches*), os agentes seguem regras através de instruções sob a forma de *procedimentos* e alguns comandos são comuns às duas plataformas. No entanto, a NetLogo apresenta um maior leque de valências: diversos tipos de agentes (*turtles, observer, links*), uma programação baseada em texto mais complexa, pode simular fenômenos com maior número de agentes, permite alterar a dimensão do ambiente a simular, tem comandos que permitem importar informação SIG, etc. A plataforma StarLogo é mais simples em termos de programação e de funcionamento, dispondo de uma interface gráfica que ajuda o utilizador na introdução dos dados, na execução das simulações e na obtenção de resultados.

Ambas as plataformas têm sido muito utilizadas na modelação de agentes. No caso da StarLogo, Torrens (2001) começou por desenvolver o modelo de crescimento da periferia das cidades SprawlSim com recurso a esta plataforma; Bonnefoy (2001) utilizou esta plataforma para construir o seu modelo de simulação das estruturas urbanas espaciais; Daudé (2002, 2003) recorreu à StarLogo para construir o seu modelo que simula a difusão espacial da inovação no setor agrícola; e o modelo que simula o crescimento periférico de cidades da América do Sul proposto por Barros (2003, 2004) baseou-se também na StarLogo.

A plataforma NetLogo tem sido objeto de um maior número de utilizações em domínios muito diversificados, que vão da biologia à física, passando pelas ciências sociais (Taillandier et al., 2012). É uma plataforma que permite importar informação geográfica (*raster* e vetorial), podendo, assim, ser utilizada para a construção de modelos espacialmente explícitos. Além

disso, disponibiliza ferramentas de análise dos agentes, como a *BehaviorSpace*, que são úteis para executar várias simulações com diferentes combinações de parâmetros. E permite ainda exportar os dados da simulação para outros programas (Thiele e Grimm, 2010). Nos estudos comparativos das várias plataformas de simulação, Railsback et al. (2006) e Gilbert (2008) concluíram que a NetLogo é aquela que apresenta um melhor desempenho, sendo relativamente simples de programar, robusta, e tendo boas interfaces gráficas e documentação de apoio.

A plataforma NetLogo tem sido utilizada em diversos MBA's. São os casos dos modelos de: McDonnell e Zellner (2011), que simularam o impacto que diferentes intervenções nas vias BUS podem ter na taxa de utilização dos transportes públicos em espaços urbanos congestionados; Diappi e Bolchi (2008), que construíram um modelo urbano de *gentrificação* baseado na teoria de *rent gap* (aumento do preço do solo nos subúrbios e descida nas áreas centrais das cidades); e as aplicações de Damaceanu (2008) e de Hamill e Gilbert (2009).

Na tipologia de plataformas sob licenciamento, as mais documentadas no domínio territorial são a AgentSheets e a AnyLogic. O modelo de funcionamento da AgentSheets baseia-se em três elementos principais: na utilização de linguagem Java, de uma folha de cálculo e de agentes de programação (Repenning, 2000). A folha de cálculo da plataforma surge dividida em células que estão ocupadas por números, que correspondem aos agentes. A programação baseia-se num sistema de programação visual táctil (*Visual AgenTalk*), que permite aos utilizadores criar os agentes a partir de uma caixa de ferramentas. Deste modo, Dugdale (2006) realça que a facilidade de utilização é a principal vantagem da AgentSheets, sendo por esta razão que a plataforma é utilizada no ensino de princípios básicos de simulação (Carvalho, 2000). Para Tesfatsion (2010) a velocidade de execução, a ausência de *plug-ins*, o *software* amigável, a elevada interatividade e o bom suporte colaborativo e multimédia são as principais vantagens da AgentSheets. Porém, a plataforma não permite realizar simulações complexas, pois os agentes não conseguem enviar informações de uns para os outros (Dugdale, 2006) e os seus movimentos fazem-se sobre uma base 2D. Neste último caso, o trabalho de Ioannidou et al. (2009) procura limitar esta última debilidade, ao disponibilizar uma base 3D. Em termos de aplicações, a AgentSheets foi utilizada em diversos modelos como no projeto Sustainopolis, que simula a dispersão da poluição numa cidade (Castle e Crooks, 2006); e no modelo para ciclistas de Repenning e Ioannidou (2004), que dá informações atmosféricas em tempo real aos ciclistas.

A plataforma AnyLogic permite ao utilizador combinar diferentes técnicas e abordagens de análise, tais como equações diferenciais, eventos discretos e modelação de agentes (Emrich

et al., 2007). Além disso, a linguagem de POO e a arquitetura em módulos tornam a AnyLogic uma plataforma adequada para simular sistemas complexos em domínios tão variados como o estudo de dinâmicas sociais, urbanas e de ecossistemas, a análise de redes computacionais e de telecomunicações, a localização de serviços, etc. (Tsfatsion, 2010).

Na literatura, surgem diversos casos de modelos desenvolvidos com esta ferramenta. Por exemplo, Labarthe et al. (2007) recorreram à AnyLogic para construir um modelo para melhorar a gestão de uma cadeia de distribuição; Metcalf e Paich (2005) utilizaram-na para analisar as dinâmicas espaciais relacionadas com a evolução de redes sociais; Emrich et al. (2007) construíram um modelo de propagação de doenças com recurso à AnyLogic; Quijada et al. (2005) formularam um modelo para analisar o impacto das políticas no controlo da delinquência e da criminalidade urbana; Martinez (2010) desenvolveu um MBA para a Área Metropolitana de Lisboa (AML) através da AnyLogic, com o objetivo de analisar a relação entre a localização das áreas residenciais e empresariais; e Viegas et al. (2010) utilizaram a AnyLogic para simular a viabilidade de implementar um sistema de partilha de serviço de táxi na AML.

Para além destas plataformas existem modelos que podem ser descarregados e utilizados, como o URBANSIM (crescimento urbano) e o MITSIM (tráfego automóvel). Nestes casos, a simulação fica dependente das funcionalidades desses modelos. Há ainda outras metodologias que podem ser adotadas na simulação de agentes, como o recurso a folhas de cálculo, como o *Microsoft Excel*. De acordo com Goldenberg et al. (2010) esta é uma opção válida desde que seja definido um conjunto de regras consistentes. Nos MBA's construídos através de folhas de cálculo, destacam-se três componentes principais: (i) o gráfico que representa o comportamento dos indivíduos, através de matrizes; (ii) os relacionamentos entre os indivíduos vizinhos; (iii) e as normas de transição das probabilidades entre os períodos. Com base nestes princípios, Goldenberg et al. (2010), por exemplo, construíram um MBA para simular as externalidades em rede associadas a um produto no mercado.

#### **4.2.5. Retrospectiva dos modelos do uso do solo e dos transportes**

Ao longo dos últimos 50 anos, o número de modelos de análise do uso do solo e dos transportes subiu significativamente. Na década de 1990, Wegener (1994) e Southworth (1995) realizaram dois estudos onde é feita uma revisão e uma comparação dos diversos modelos existentes à época. Nessa altura, os autores identificaram e analisaram cerca de 20 modelos. Entretanto,

diversos desses modelos sofreram alterações, enquanto surgiram muitos outros com diferentes níveis de operacionalidade e de desenvolvimento. Neste contexto, os estudos de Timmermans (2003), Wegener (2004), Hunt et al. (2005) e de Iacono et al. (2008) fazem uma retrospectiva dos modelos desenvolvidos ao longo dos últimos anos, onde se incluem alguns MBA's.

O recurso a modelos teóricos e matemáticos para explicar a organização espacial e os processos de escolha e de alteração da localização não são recentes. Um dos mais antigos trabalhos neste domínio é a conhecida teoria dos anéis concêntricos de Von Thünen publicada em 1826, que explica a estruturação do solo agrícola em torno da cidade em função da renda e da distância. Um outro estudo de referência na área da teoria económica é o modelo apresentado por Alfred Weber em 1909, relacionado com a localização empresarial, que se descreveu no Subcapítulo 2.1. Um outro modelo que teve forte difusão foi o dos lugares centrais proposto por Walter Christaller em 1933. De acordo com esta teoria, um lugar central (centro urbano) fornece um conjunto de bens e de serviços a uma área envolvente (a área de influência), estando a sua posição hierárquica dependente da quantidade e da diversidade de bens e de serviços oferecidos à área de influência. Este modelo viria a ser incrementado por August Lösch em 1940, quando propôs a organização dos centros de acordo com o tipo de serviço e do tamanho do mercado. Contudo, estes modelos apresentavam diversas vulnerabilidades, nomeadamente porque partiam de várias condições que não são observáveis na realidade e porque menosprezavam a vertente comportamental das pessoas, estando muito assentes na noção do *homo economicus*. Por essa mesma razão, Eliasson e Mattsson (2000) enquadram estes modelos na tipologia que designam por *modelos económicos urbanos*.

A partir de meados do século XX surgiram e difundiram-se os designados modelos integrados de alteração do uso do solo e dos transportes (Campo, 2009). O crescimento das cidades verificado a partir de então a par da massificação do uso do automóvel, sobretudo nas cidades americanas, levou à constatação de que não só as estruturas funcionais das cidades não estavam preparadas para as necessidades da mobilidade, como os mecanismos de planeamento se revelavam ineficazes para fazer face a esses problemas. Por isso, a partir desta altura surgiram distintas gerações de modelos, que diferem entre si nas metodologias e nas abordagens utilizadas (Figura 11).

A chamada primeira geração de modelos (Timmermans, 2003) surgiu, precisamente, na década de 1960. Nesta altura foram desenvolvidos alguns modelos matemáticos direcionados para o estudo de tráfego (geração de deslocações, previsão de deslocações, distribuição

geográfica das deslocações), com recurso a formulações simples de regressão linear e de distribuição através de modelos gravíticos (Almeida et al., 2004; Devisch et al., 2004). A designação destes modelos (*gravíticos* ou *gravitacionais*) ficou a dever-se à adaptação que fizeram do modelo de gravidade de Newton, nomeadamente no que respeita à distribuição da geração de viagens que, por sua vez, era obtida através de regressões lineares (Iacono et al., 2008; Batty, 2009). O referencial desta primeira geração foi o METROPOLIS ou modelo de Lowry (Lowry, 1964), que introduziu um conjunto de inovações metodológicas, como os métodos de maximização e os elementos estocásticos, que permitiram construir modelos de interação baseados na agregação espacial. O modelo Lowry é mesmo considerado o primeiro sistema operacional de análise da ocupação do solo urbano (Southworth, 1995; Bowman, 2006; Iacono et al., 2008). Na verdade, muitos destes modelos de interação espacial continuaram a ser desenvolvidos até à década de 1980, altura em que passaram a ser substituídos pelos modelos de escolhas discretas baseados na teoria da utilidade aleatória. Diversos modelos da primeira geração foram inspirados nos princípios do METROPOLIS ou procuraram melhorar alguns dos seus aspetos, como os modelos TOMM, PLUM e ITLUP. O caso do ITLUP é um dos mais emblemáticos. Trata-se de uma versão alterado do modelo de Lowry operada por Stephen Putman durante a década de 1970, que acabou por ter uma grande aplicação em todo o mundo, com mais de 40 calibrações conhecidas em vários países (Bowman, 2006). No Quadro 4 encontram-se especificados alguns dos modelos de primeira geração mais referenciados.

O enfoque desta primeira geração de modelos deslocou-se da excessiva formulação matemática dos modelos mais antigos para uma maior operacionalização. Assim e de acordo com Eliasson e Mattsson (2000), a principal motivação dos modelos de primeira geração foi a realização de previsões e o estudo de padrões comportamentais associados ao tráfego, à localização residencial e a outras atividades económicas. Estes modelos concebiam a cidade como um sistema constituído por várias partes em interação, numa condição de contínuo equilíbrio, que se traduzida através de várias equações matemáticas, para prever, por exemplo, as deslocações entre diferentes setores da cidade. Apesar de contemplarem as primeiras formas de interação espacial, estes modelos eram estáticos, pois apenas analisavam a estrutura de uma cidade num dado momento (Devisch et al., 2004). A forte exigência em termos de alimentação de dados, a reduzida transparência do processo, os custos elevados dos equipamentos de simulação e a passagem de uma tradição de planeamento centralizado, para um paradigma

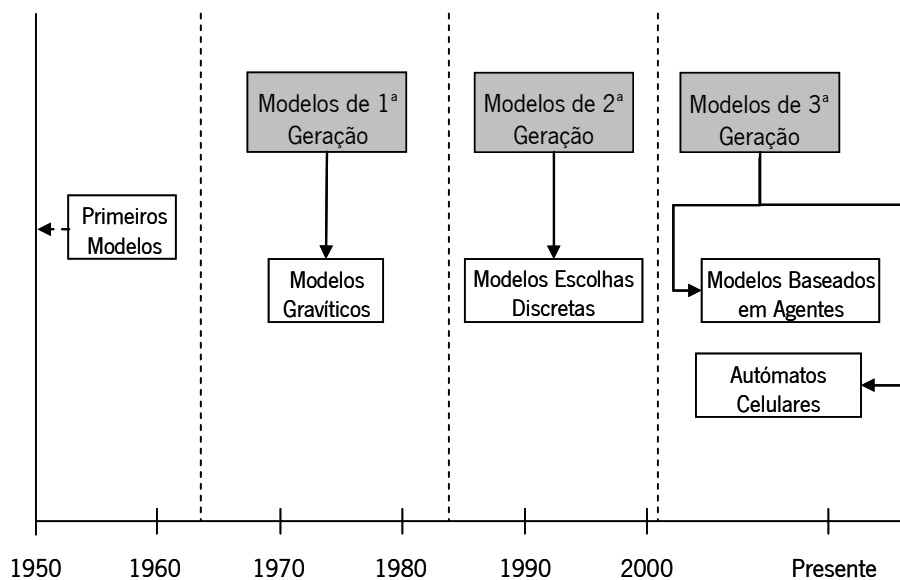
mais incremental foram os principais problemas que levaram à decadência dos modelos de primeira geração (Timmermans, 2003).

A segunda geração de modelos inspirou-se no princípio das escolhas discretas a partir da teoria da maximização da utilidade. Eliasson e Mattsson (2000) referem que apesar das primeiras aplicações desta teoria remontarem à década de 1970, nomeadamente ao nível dos estudos de transportes, só durante a década seguinte evoluíram para modelos de simulação de escolhas. A componente da interação espacial dos modelos de primeira geração é substituída pela modelação através de regressões logísticas, que é uma técnica estatística que, a partir de um conjunto de observações, permite efetuar previsões sobre fenómenos (Timmermans, 2003). As principais características desta segunda geração de modelos são a integração do uso do solo com os transportes e a introdução de uma componente mais dinâmica na simulação. A combinação de modelos de uso do solo/transportes pressupõe que haja um mecanismo de resposta entre eles. Assim, enquanto o modelo de transportes visa prever a procura de transportes e a sua adequação à oferta existente, o modelo de uso do solo analisa a distribuição espacial do emprego, das áreas residenciais, comerciais e das demais atividades que possam influenciar a localização das pessoas no território (Zhao et al., 2003). Esta informação é, depois, utilizada no modelo de transportes, na geração de deslocações. Os custos de deslocação, que resultam de uma situação de equilíbrio entre a oferta e a procura de transportes, são revertidos no padrão de localização das atividades económicas e das áreas residenciais. Assim, a interação uso do solo/transportes permite determinar o modo como os transportes afetam o uso do solo, o que, condiciona a localização das atividades e a geração de tráfego. Nestes modelos, a noção de acessibilidade e, em particular, os custos de deslocação, assumem uma importância central, pois são utilizados, em conjunto com outros indicadores, para realocar as atividades económicas e as áreas residenciais (Zhao et al., 2003). Com base na procura de tráfego, alguns modelos permitem até calcular impactos ambientais, como o DELTA (Simmonds, 1999).

Estes incrementos foram em muito propiciados pelos progressos verificados ao nível da informática e dos métodos econométricos, tal como Waddell (2002) enfatiza, permitindo uma maior desagregação das componentes analisadas e uma maior complexificação das operações. A incorporação do princípio de escolhas discretas na modelação, através do qual, uma possibilidade é selecionada de entre um conjunto de hipóteses alternativas (com base na maximização da utilidade), confere uma componente mais dinâmica à modelação. Os modelos de segunda geração passaram a analisar o processo de decisão através de quatro etapas: a

frequência das deslocações, a escolha do local de destino, a escolha do modo de transporte e a escolha do percurso. As primeiras três etapas são modeladas através da utilidade aleatória (quase sempre através de uma formulação de regressão logística), ao passo que a última é obtida através de cálculos determinísticos, a partir do equilíbrio na rede.

A combinação de modelos de interação espacial com técnicas de regressão logística deu origem a diversos modelos relativamente robustos ao nível da análise, como o TRANUS ou o MEPLAN. É de salientar ainda que durante esta fase surgiram as primeiras tentativas para integrar a dimensão individual na modelação, com o objetivo de prever o efeito das políticas macroeconómicas ao nível dos indivíduos (Macy e Willer, 2002). Contudo, estas abordagens não permitiam que os indivíduos interagissem entre si. No Quadro 4 apresentam-se alguns exemplos dos modelos de segunda geração mais referenciados.



Fonte: baseado em Timmermans (2003) e Che'man e Timmermans (2010).

Figura 11: Cronologia dos modelos de análise do uso do solo e dos transportes

A terceira geração de modelos emergiu a partir da década de 2000 e caracteriza-se pela utilização de modelos mais complexos, mais dinâmicos e pelo recurso a técnicas de microsimulação (Timmermans, 2003; Bowman, 2006). Alguns autores, como Torrens (2003), apelidam ainda estes modelos de *modelos de geosimulação*. Em comparação com as gerações anteriores, estes modelos apresentam um conjunto de inovações (Torrens, 2003). Enquanto os modelos anteriores trabalhavam com unidades espaciais agregadas, os modelos de geosimulação utilizam objetos espaciais individualizados e não modificáveis (edifícios, lotes,

peças, etc.). Nos modelos anteriores, o foco estava nos fluxos (de pessoas, veículos, de informações, etc.) entre unidades espaciais agregadas, ao passo que nos modelos de terceira geração, o foco se deslocou para as interações comportamentais entre os indivíduos, que podem assumir diversas formas (fluxos, difusão, dispersão, efeito da distância nas relações, etc.). Estes indivíduos são movidos por objetivos e tomam decisões com base em conhecimentos (parciais ou completos), sendo a partir das suas interações à escala micro que emergem as tendências macro ao nível da cidade. Ao nível temporal, enquanto os modelos das gerações anteriores eram estáticos, os modelos de geosimulação são dinâmicos, pois concebem os territórios como sendo espaços em situação de desequilíbrio, que estão continuamente a sofrer alterações (Robertson, 2005). O foco da modelação desloca-se da análise da totalidade do sistema urbano para a simulação do comportamento das suas unidades individuais (Devisch et al., 2004). As diferenças são extensivas aos próprios objetivos pretendidos com a simulação. Nos modelos de terceira geração, a questão da previsão dá lugar a uma maior preocupação com a construção de cenários (prospetiva) no processo de apoio à tomada de decisão.

Nos modelos de terceira geração houve duas ferramentas que tiveram um maior desenvolvimento: os autómatos celulares e os MBA's (Devisch et al., 2004). Nos autómatos celulares, o espaço é representado por uma grelha de células, que contém atributos e regras que definem o comportamento geral do sistema, sendo que a troca de informações está confinada às células vizinhas. Pelas suas características, os autómatos celulares são muito adequados para representar o território e as infraestruturas (Torrens, 2003) e para analisar a *clusterização* de atividades (Macy e Willer, 2002). Os MBA's são considerados uma ferramenta mais robusta que os autómatos celulares (Torrens, 2003; Tabak et al., 2004; Brown et al., 2005; Arentze e Timmermans, 2007; Hamman et al., 2007; Schumacher et al., 2008). Nos MBA's, as regras estão associadas aos agentes individuais e não ao sistema, cada agente é modelado individualmente e têm a capacidade de se deslocar no ambiente. Em comparação com os autómatos celulares, os MBA's são mais flexíveis e são adequados para representar comportamentos e dinâmicas territoriais (Torrens, 2003; Brown et al., 2005; Arentze e Timmermans, 2007). No entanto, há modelos que conciliam estas duas ferramentas, representando o território através de uma malha de células, sobre a qual se deslocam e interagem os agentes. São os casos dos modelos de Torrens (2001), de Ligtenberg et al. (2001), para além dos exemplos descritos por Macy e Willer (2002). No Quadro 4 são apresentados alguns exemplos de modelos de terceira geração (MBA's) mais referenciados.



Quadro 4: Modelos urbanos mais representativos por tipologia geracional

| Modelos de 1ª geração: os modelos gravíticos ou modelos de interação espacial             |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| Designação do modelo  | Referências/Autor          | Objetivo   |
| Metropolis ou Modelo de Lowry   | Lowry, 1964                | Modelo de interação espacial destinado a simular e a analisar padrões de localização residencial e de serviços.                            |
| TOMM (Time-Oriented Metropolitan Model)   | Crecine, 1968              | Desenvolver o modelo de Lowry, com a introdução de novas variáveis (residentes heterogêneos, novos fatores de localização, etc.).          |
| PLUM (Projective Land Use Model)  | Goldner, 1971              | Testar a sensibilidade da distribuição residencial e comercial a partir da instalação de empreendimentos e de parques industriais.         |
| Schellings Model (Dynamic Models of Segregation)  | Schelling, 1971            | Demonstrar como as deslocções da população residente pode causar fenômenos de segregação residencial/cultural.                             |
| ITLUP (Integrated Transportation and Land Use Package)                                    | Putman, 1983               | Analisar a localização residencial, do emprego e do padrão de deslocções através de várias tipologias. Inspirou vários modelos.            |
| LILT (Leeds Integrated Land-Use Transport)  | Mackett, 1983              | Representar a relação entre os custos de transporte e a distribuição da população, das áreas residenciais e comerciais e dos empregos.     |
| IRPUD (Institut für Raumplanung)  | Wegener, 1982              | Analisar o relacionamento entre o emprego, a população e a edificação na cidade, incluindo a influência dos transportes.                   |
| Modelos de 2ª geração: os modelos baseados na maximização da utilidade                    |                            |  |
| MEPLAN  | Echenique et al., 1990     | Modelo de <i>stocks</i> e de atividades, que sofreu várias evoluções (modelo de transportes, avaliação econômica, ocupação do solo, etc.). |
| CATLAS (Chicago Area Transportation Land Use Analysis System)                             | Anas, 1982                 | Modelo integrado de análise da ocupação do solo e dos transportes, com particular enfoque no mercado imobiliário.                          |
| TLUMIP (Transportation and Land Use Model Integration Project)                            | ODOT, 1996                 | Modela o uso do solo e o padrão de deslocções através de formulações matemáticas, tendo por base diversas variáveis.                       |
| TRANUS (TRANsporte y Uso del Suelo)   | Barra, 1989                | Modela os impactos sociais, econômicos, financeiros e ambientais de opções de desenvolvimento territorial.                                 |
| CUFM (California Urban Futures Model)   | Landis, 1994               | Modela o crescimento das áreas residenciais e avalia o impacto das políticas urbanas na localização e no crescimento das áreas urbanas.    |
| RURBAN (Random Utility Rent Bidding Analysis)   | Miyamoto e Udomsri, 1996   | Modelo integrado e operacional para analisar as alterações do uso do solo, num contexto de equilíbrio do mercado de solos.                 |
| IMREL (Integrated Model of Residential and Employment Location)                           | Anderstig e Mattsson, 1991 | Modela as mudanças de localização dos residentes e do emprego como resposta às alterações da acessibilidade.                               |
| Kim model   | Kim, 1989                  | Modelo de equilíbrio urbano não linear, que visa analisar a minimização dos custos de produção de uma atividade.                           |
| POLIS (Projective Optimization Land use Information System)                               | Pratascos, 1986a e 1986b   | Modela os benefícios locativos em relação às deslocções multimodais e à aglomeração das atividades econômicas.                             |
| MUSSA   | Martinez, 1992             | Previsão dos impactos que as políticas de transportes e/ou de ocupação do solo poderão ter no desenvolvimento urbanístico.                 |
| DELTA   | Simmonds, 1999             | Modelação das variáveis responsáveis pelo crescimento urbano (construção, alterações dos agregados familiares, do local residência, etc.). |
| Modelos de 3ª geração: os modelos baseados em agentes e de microsimulação                 |                            |  |
| URBANSIM (Urban Simulation)   | Waddell, 2002              | Simular o crescimento de áreas urbanas, as alterações do uso do solo, os transportes e os seus impactos ambientais.                        |
| ILUTE (Integrated Land Use, Transportation, Environment)                                  | Miller et al., 2004        | Simula a evolução de uma área urbana e a influência dos transportes nesse crescimento para horizontes temporais de 10/20 anos.             |
| RAMBLAS (Regional Planning Model Based on the microsimulation of daily Activity patternS) | Veldhuisen et al., 2000    | Modelo de planeamento regional que se baseia na microsimulação do padrão diário da deslocação da população.                                |
| ILUMASS (Integrated Land-Use Modelling and Transportation System Simulation)              | Moeckel et al., 2003       | Modelo que simula as interações entre os padrões de atividade e de mobilidade e os impactos ambientais decorrentes do uso dos transportes. |
| OBEUS (Object-Based Environment for Urban Simulations)                                    | Benenson et al., 2001      | Modela as relações espaciais entre as componentes infraestruturais (agentes imóveis) e humanas (agentes móveis) da cidade.                 |
| SIMPOP  | Sanders, 2006              | Simula o aparecimento de uma rede urbana hierarquizada a partir da distribuição inicial da população por territórios rurais.               |

O desenvolvimento dos modelos de terceira geração ficou a dever-se, na opinião de Torrens (2003) e de Batty (2009), a quatro motivos principais: i) à necessidade de analisar e resolver os problemas territoriais numa abordagem *bottom up*; (ii) à necessidade de desenvolver modelos mais robustos, pela incorporação da vertente comportamental e temporal na modelação; (iii) ao

desenvolvimento dos SIG e à disponibilidade de informação geográfica desagregada; (iv) e aos progressos informáticos, que aumentaram a capacidade de armazenamento e de processamento da informação. Estes dois últimos aspetos levaram a que os MBA's passassem a ser vistos como modelos de microsimulação. A microsimulação é entendida como uma técnica de modelação que opera ao nível de unidades individuais, como pessoas e veículos (Briassoulis, 2000; Miller, 2003; Miller et al., 2004; Birkin, 2005). Cada unidade é representada através de um registo que contém o seu identificador e os respetivos atributos. Com efeito, alguns MBA's do uso do solo e dos transportes recorrem a técnicas de microsimulação, como o URBANSIM, ILUTE, ILUMASS e PUMA. Esta técnica é igualmente utilizada em modelos de mobilidade, como o MicroSim (O'Leary, 2003), de tráfego, como o ALBATROSS (Arentze e Timmermans, 2004; 2008), e em modelos económicos, como o SMILE (Ballas et al., 2005).

#### **4.2.6. Principais fenómenos territoriais objeto de modelação baseada em agentes**

Não é pretensão, nem seria viável, realizar um ponto da situação de todos os MBA's construídos ao longo dos últimos anos, devido ao seu elevado número, às diferentes escalas consideradas na abordagem (micro/macro) e aos diferentes níveis de operacionalidade que apresentam.

No caso dos territórios, verifica-se que existe uma grande diversidade de aplicações. Os fenómenos mais modelados incluem: o crescimento das cidades (Xie et al., 2007; Kim e Batty, 2011), a suburbanização (Torrens, 2001, 2006; Brown e Robinson, 2006), a *gentrificação* (Torrens e Nara, 2007; Diappi e Bolchi, 2008), o mercado imobiliário (Filatova et al., 2009), a segregação residencial (Zhang, 2004; Benenson et al., 2002, 2005; Crooks et al., 2008; O'Sullivan, 2009; Singh et al., 2011), a acessibilidade urbana (O'Leary, 2003; Bellomo e Ocelli, 2004; Campo, 2009), o impacto de políticas urbanas (Veldhuisen et al., 2000; Miller et al., 2004), o processo de transformação do uso do solo (Waddell, 2002; Moeckel et al., 2003; Miller et al., 2004; Saarloos et al., 2004; Ettema et al., 2005) e a evolução de redes urbanas (Sanders et al., 1997; Daudé, 2002; Bretagnolle et al., 2003; Sanders, 2006). A localização de áreas residenciais (Crooks et al., 2008, Martínez, 2010) e empresariais (Torrens, 2006; Martínez, 2010) é um tópico também simulado com frequência.

Pelo facto de estes fenómenos não serem estanques, muitas das aplicações são transversais, acabando a sua arquitetura por integrar vários módulos. Os ABM/LUCC (*Agent-*

*Based Models of Land-Use Cover Change*) constituem um caso paradigmático, pelo facto da alteração do uso do solo ser um fenómeno condicionado por diversas variáveis.

Não obstante a dificuldade em balizar estes fenómenos, na literatura encontram-se alguns estudos que sistematizam as várias tipologias de MBA's existentes. No âmbito dos ABM/LUCC, Matthews et al. (2007) agrupou as diversas aplicações existentes em cinco categorias: políticas de análise e de planeamento; modelação participativa; verificação de hipóteses relacionadas com o uso do solo; verificação de conceitos económicos e sociais; e modelação de funções paisagísticas. Por seu turno, Crooks (2010) refere que a maior parte dos modelos aplicados a espaços urbanos estão relacionados com estudos de localização e de segregação. Segundo esta proposta, nos Subcapítulos seguintes será dada prioridade à apresentação de alguns casos de modelos com maior afinidade com a presente investigação, i.e., modelos locativos que integrem a componente empresarial, bem como modelos que enquadram as empresas como tema principal da modelação. Os exemplos apresentados recaíram sobre alguns dos exemplos mais referenciados na literatura.

#### **4.2.7. Principais fenómenos empresariais objeto de modelação baseados em agentes**

Dos quatro principais domínios em que as empresas são objeto de simulação em MBA's, dois deles compreendem questões relacionais/organizacionais, enquanto os outros dois englobam questões locativas, que são menos abordados na literatura (Khan, 2002). Neste Subcapítulo apresentam-se e descrevem-se alguns MBA's relacionados com os dois primeiros tópicos, enquanto os de natureza locativa, que estão mais alinhados com a presente investigação, são analisados com mais detalhe no Subcapítulo seguinte.

Ao nível individual das empresas, Peng et al. (1998) argumentam que o sistema de gestão da produção apresenta frequentemente falhas de planeamento ao nível operacional e de execução das tarefas, o que afeta a atividade produtiva das empresas. Por isso, muitos MBA's desenvolvidos à escala individual das empresas visam melhorar a organização interna e os processos produtivos (Leal, 2009). Alguns exemplos destas modelações incluem os trabalhos de Lin et al. (1999) e a aplicação JES (*Java Enterprise Simulator*) formulada por Terna (2003).

No domínio dos MBA's que simulam os relacionamentos entre as empresas, muitos deles foram concebidos para territórios de elevada densidade industrial, como os *clusters* e os distritos industriais. As relações de interdependência e de especialização existentes entre as

empresas fazem com que estes territórios funcionem como sistemas adaptativos complexos, o que torna apropriada a utilização dos MBA's para estudar esses relacionamentos (Albino et al., 2006). Os fenómenos relacionais modelados podem ser sistematizados em cinco temas principais, segundo Fioretti (2006): (i) as vantagens da aglomeração; (ii) as dinâmicas de competição, de colaboração e de cooperação; (iii) as dinâmicas de desenvolvimento; (iv) as atividades inovadoras; (v) e a avaliação do impacto de políticas. No primeiro tópico, as modelações visam analisar as vantagens decorrentes da concentração das empresas em territórios específicos. Neste contexto, o modelo de Fioretti (2001) é um bom exemplo, pois o autor recorreu a um MBA para estudar as vantagens competitivas do distrito industrial do Prato (Itália). O segundo tópico é um dos que tem sido objeto de mais aplicações, pois adequa-se às principais interações promovidas entre os agentes (colaboração, cooperação e competição). Neste caso refiram-se as aplicações de Albino et al. (2003) e de Cavezzali e Rabino (2003). Albino et al. (2003) utilizaram o *software* Agent-Builder para modelar as múltiplas formas de relacionamentos cooperativos e competitivos entre as empresas, com o objetivo de demonstrar os benefícios da cooperação e para avaliar os efeitos da cooperação em diferentes cenários competitivos num distrito industrial. Por seu turno, Cavezzali e Rabino (2003) recorreram a um MBA para simular as relações ao nível das cadeias de produção e de fornecimento entre as empresas. As dinâmicas de desenvolvimento de territórios industriais e de empresas têm inspirado também vários MBA's, como os de Cao et al. (2009) e de Giardini et al. (2008). Com recurso à plataforma Swarm, Cao et al. (2009) aplicaram um MBA a um ecoparque situado na China para entender a dinâmica e o comportamento das empresas e a forma como pode evoluir para uma situação de maior sustentabilidade. Numa perspetiva diferente surge o estudo de Giardini et al. (2008), que construíram um MBA para determinar a forma como as avaliações (das empresas e dos fornecedores) podem afetar a dinâmica de crescimento das empresas localizadas em distritos industriais. No quarto tópico, a forma como os processos de inovação são implementados nas empresas tem suscitado a construção de diversos MBA's. O modelo de Albino et al. (2006) simula o processo de difusão da inovação num distrito industrial, para perceber que alterações à escala das empresas é necessário adotar para assegurar a sobrevivência dos distritos industriais, num ambiente cada vez mais competitivo. Um outro exemplo é o Intersections (Coelho e Schilperoord, 2004), que modela diferentes cenários para determinar a forma como a inovação se propaga a partir das interações entre as empresas. Com recurso à plataforma NetLogo, Ahrweiler et al. (2004) construíram o SKIN (*Simulating Knowledge*

*dynamics in Innovation Networks*) para perceber a forma como a inovação se difunde pelas indústrias baseadas no conhecimento. O trabalho de Squazzoni e Boero (2002) constitui um outro exemplo. Os autores construíram um MBA para analisar os benefícios económicos das empresas instaladas num distrito industrial, nomeadamente para aferir o modo como a transferência de conhecimentos e a evolução tecnológica podem incrementar a adaptação tecnológica das empresas. No último tópico, os MBA's têm também sido utilizados para avaliar o impacto que determinadas políticas podem ter na dinâmica de territórios de elevada densidade empresarial, seja ao nível do reforço das condições infraestruturais e de serviços, da gestão do espaço, etc. O trabalho de Gonçalves et al. (2004) constitui um desses exemplos. Com base na utilização de um sistema de eventos discretos, os autores desenvolveram um MBA para analisar os impactos ambientais decorrentes da atividade das indústrias de transformação de rochas em Sintra. O modelo simula o impacto que certas políticas podem ter na forma como as empresas depositam os resíduos em locais legalmente previstos ou indevidos.

#### **4.2.8. A questão locativa das empresas nos modelos baseados em agentes**

A localização das empresas é um fenómeno comum em muitos MBA's. Neste contexto específico, distinguem-se dois tópicos principais: os modelos dedicados ao ciclo de vida das empresas e os modelos locativos. Nestes últimos é ainda possível distinguir os modelos mais genéricos (de planeamento do uso do solo e dos transportes), onde as empresas são modeladas com outras classes de agentes, dos modelos onde as empresas são a única tipologia de agentes simulada. Nos Subcapítulos seguintes analisam-se as principais linhas de investigação destas abordagens e apresentam-se alguns exemplos de modelos desenvolvidos. É dado um maior enfoque aos modelos locativos, por serem os mais alinhados com o presente estudo.

##### **4.2.8.1. Os modelos dedicados ao ciclo de vida das empresas**

Em relação aos modelos que simulam o ciclo de vida das empresas, o seu objetivo passa, fundamentalmente, por identificar cenários relativos à evolução do número de empresas, das suas implicações em termos de emprego, de crescimento urbano, de mobilidade e para antecipar as decisões de localização e de deslocalização das empresas (Kumar e Kockelman, 2008). Neste âmbito específico encontram-se vários estudos na bibliografia. Wissen (2000) desenvolveu o modelo SIMFIRMS para simular a evolução do número de empresas e o respetivo

ciclo de vida nos Países Baixos, tendo utilizado o conceito da capacidade de carga para modelar o seu comportamento individual. A modelação baseia-se numa comparação entre a oferta e a procura de empresas dos vários setores num determinado local, sendo a diferença utilizada para fazer previsões sobre a evolução económica e demográfica das empresas. O SIMFIRMS inspirou outros modelos de simulação do ciclo de vida de empresas, como o de De Bok (2007), que visa simular a influência que a acessibilidade e as economias de aglomeração exercem no ciclo de vida das empresas. Num outro caso, Khan (2002), inspirado no modelo MEPLAN (Echenique et al., 1990), analisou o ciclo de vida das empresas localizadas em áreas urbanas. Nesta abordagem, a mobilidade de uma empresa resulta da ponderação de três decisões: de ficar no mesmo local; de mudar para uma nova localização dentro da cidade; ou de mudar para uma nova cidade. Se a decisão tomada for a de mudar, a nova localização será aquela que oferecer a máxima utilidade do conjunto das várias alternativas possíveis, tendo em conta a disponibilidade e o preço do solo. O modelo IMULATE (Maoh e Kanaroglou, 2005) foi também concebido para analisar o ciclo de vida das empresas na cidade de Hamilton, Canadá. O IMULATE é constituído por diversos submodelos que, a partir de métodos estatísticos, simulam o crescimento/declínio das empresas e a sua deslocalização. Um outro exemplo é o modelo desenvolvido por Kumar e Kockelman (2008) para analisar o ciclo de vida das empresas na cidade de Austin, EUA. Os autores recorreram a uma cadeia de Markov (para determinar o crescimento e a redução de empresas) e a uma técnica de distribuição de probabilidades, para proceder à sua localização. O modelo baseia-se numa estrutura modular, onde o número de empresas é atualizado anualmente, a partir da ação de um conjunto de submodelos (de encerramento, de expansão/contração e de nascimento). Mais recentemente Bodenmann (2011) e Schirmer et al. (2011) apresentaram os resultados de trabalhos efetuados no contexto da (des)localização de empresas na Suíça (Zurique), no âmbito do projeto *SustainCity*. Com base na utilização do modelo URBANSIM, os autores estão a simular o impacto que as iniciativas públicas podem ter na atração de empresas (redução de impostos, investimentos em infraestruturas, etc.).

#### **4.2.8.2. A questão locativa das empresas nos MBA's do uso do solo e dos transportes**

Ao nível do planeamento do território e, mais especificamente do planeamento urbano, a localização empresarial é considerada na modelação há já algum tempo. Em alguns modelos das gerações anteriores (IRPUD, ITLUP e LILT, por exemplo), as empresas ou, pelo menos o emprego, eram tidas em conta pela forte influência que exercem na polarização do território, na

geração de tráfego, no crescimento das áreas urbanas e na alteração do uso do solo. Mas é nos modelos de terceira geração que as empresas passam a assumir uma maior preponderância na modelação dos fenómenos urbanos até porque, como referem vários autores (Maoh e Kanaroglou, 2005; Manzato, 2012), esta técnica é particularmente apta para simular individualmente o comportamento das empresas e as suas decisões locativas. Nestes modelos, as empresas são uma categoria de agentes que surge com frequência pelas suas implicações no crescimento urbano, na procura e na transformação de solo, na geração de viagens e nos tempos de viagens (Timmermans, 2003). Nestes casos, existem módulos específicos para as empresas, que regulam a forma como esta categoria de agentes interage com os demais agentes (residentes, entidades governamentais, promotores imobiliários, etc.). Há vários exemplos destes modelos, como o URBANSIM, ILUTE, ILUMASS e PUMA.

O modelo URBANSIM (Waddell, 2002) é considerado como sendo um dos primeiros a recorrer a técnicas de microsimulação, fazendo a ponte entre os modelos de segunda e de terceira geração (Raney, 2005; Acci, 2006; Joshi et al., 2006; Iacono et al., 2008). O URBANSIM foi concebido para simular as decisões de localização dos residentes e das empresas que, em conjunto com os promotores imobiliários e com as entidades governamentais, constituem os agentes do modelo. O URBANSIM é constituído por vários submodelos, como o da transição económica e demográfica, que simula a criação ou a perda de residentes e de empregos, através de uma abordagem de escolhas discretas. O modelo, em si mesmo, não simula a localização das empresas, mas sim do emprego, permitindo identificar a localização dos polos geradores de emprego.

O modelo ILUMASS é um MBA que recorre a técnicas de microsimulação (Devich et al., 2004; Sanders, 2006; Cavari, 2007). O ILUMASS (*Integrated Land-Use Modelling and Transportation System Simulation*) foi desenvolvido na Alemanha e inicialmente aplicado à cidade de Dortmund (Moeckel et al., 2003). Apesar de ser um modelo integrado de simulação do uso do solo e dos sistemas de transportes (Timmermans, 2003), o ILUMASS simula especificamente o ciclo de vida das empresas e o seu processo de (des)localização. As várias componentes são analisadas através de módulos, havendo um especificamente para as empresas. Os objetivos passam por simular os impactos que a alteração do uso do solo exerce no padrão diário das deslocações, tendo em vista a identificação de estratégias que possam limitar a suburbanização, bem como a dispersão das atividades económicas e do emprego.

Um outro exemplo de um MBA, onde as empresas são modeladas na categoria de agentes, é o ILUTE (*Integrated Land Use, Transportation, Environment*). O ILUTE foi desenvolvido por Miller et al. (2004) para a cidade de Toronto, sendo referenciado como um dos modelos de microsimulação mais completos (Iacono et al. 2008). O objetivo do modelo consiste em simular a evolução de áreas urbanas e a influência dos transportes nesse crescimento para horizontes temporais de 10 a 20 anos. O ILUTE assume a não-linearidade do comportamento dos agentes, o tempo é representado em modo discreto e o modelo é espacialmente explícito. As empresas são um dos agentes considerados, com o objetivo de se modelar o crescimento das áreas empresariais e o seu impacto no tráfego (deslocação de pessoas e de bens/serviços). O ILUTE segue uma abordagem integrada que considera que, quando uma empresa muda de local, gera uma oferta, que depois é preenchida em função do preço de mercado. O preço de mercado é determinado pelos atributos do local e pelo preço que os compradores estão dispostos a pagar.

O modelo PUMA (*Predicting Urbanisation with Multi-Agents*) é um outro exemplo de um MBA (Cavari, 2007), que integra as empresas. O modelo foi formulado por Ettema et al. (2005) para a região metropolitana da Randstad (Países Baixos). É constituído por um conjunto de células, onde estão guardadas as características dos agentes, como o número de empresas, a sua dimensão, o valor de mercado, etc. O PUMA é constituído por três módulos (residentes, empresas e uso do solo). As empresas são tratadas como agentes individuais e como tendo potencial para atrair outros agentes (como investidores e trabalhadores). O respetivo módulo simula o processo de nascimento e de evolução das empresas e a sua deslocalização (procura da melhor localização ao longo do seu crescimento). Também neste caso, as empresas surgem como uma das componentes com capacidade para influenciar o processo de urbanização.

#### **4.2.8.3. Os MBA's especificamente formulados para a localização de empresas**

No caso dos modelos formulados para simular especificamente o comportamento locativo das empresas, o seu número é mais reduzido (Khan, 2002; Maoh e Kanaroglou, 2005). O elevado grau de desagregação espacial dos dados requerido por este tipo de modelação é um dos principais obstáculos que se colocam à sua implementação (Khan, 2002). Através destas aplicações é possível determinar o local mais adequado para uma empresa em função de vários critérios. Neste contexto são de destacar os trabalhos de Otter et al. (2001), de Manzato et al. (2010) e de Manzato (2012).



O ABLOoM (*Agent-Based LOcation Model*) foi formulado por Otter et al. (2001) com o objetivo de simular a decisão de localização das empresas. O modelo foi construído com recurso à plataforma Swarm e é formado por uma grelha de células, que contém diferentes *layers* de informação, pelos agentes e por um conjunto de regras que regulam as ações dos agentes, a forma como estes dão início à procura de uma nova localização e à forma como ocupam as células. Os agentes podem ter dois estados, os que estão localizados e os que estão à procura de uma nova localização. Cada célula do modelo só pode ser ocupada por um agente. Os agentes empresa (há três categorias) distinguem-se pelo setor a que pertencem e pela sua visibilidade (nível de conhecimento que os agentes têm das células). Dependendo de cada setor de atividade, as empresas têm diferentes necessidades em termos de mão de obra e de recursos naturais. Por exemplo, as empresas dos serviços têm elevadas necessidades de mão de obra e nenhuma exigência em termos de recursos naturais. A forma de ocupação do espaço pelos agentes processa-se de acordo com três etapas: uma fase inicial de desenvolvimento, onde os primeiros agentes escolhem a sua localização na grelha que encontram vazia; segue-se uma fase de crescimento, onde a maior parte dos agentes encontra uma localização adequada; é a fase em que se formam *clusters* de empresas; na última fase, todos os agentes têm um ponto de localização na grelha de células.

Os trabalhos de Manzato et al. (2010) e de Manzato (2012) centram-se também na modelação da localização mais adequada para as empresas, mas seguem uma abordagem diferente da anterior. Os autores desenvolveram um MBA acoplado a um SIG para determinar a localização mais adequada às necessidades de um conjunto de empresas de vários setores. A ferramenta baseia-se num mecanismo de combinação que atua em duas fases separadas. Na primeira, são analisadas as características das empresas (a procura) e, na segunda, a disponibilidade de espaços de acolhimento e as suas características (a oferta). Depois, a ferramenta combina as duas componentes do modelo, fornecendo uma lista ordenada de localizações possíveis para cada setor empresarial. O modelo corre num SIG, pelo que os resultados permitem identificar espacialmente as localizações mais apropriadas. Os agentes são especificados através de um conjunto de funções que foram introduzidas a partir da contribuição de peritos. As tabelas de decisão foram a técnica utilizada para captar e armazenar esse conhecimento. Cada decisão corresponde a uma variável cujos valores possíveis surgem numa lista de condições alternativas. O modelo apresenta uma estrutura modular, onde cada tarefa (de que resultam os *scores* da procura e da oferta, que determinam a combinação entre eles) é

realizada através de um módulo específico. As tabelas de decisão incluem várias dimensões, como a qualidade da localização, onde foram considerados vários critérios como a localização geográfica, a proximidade ao aeroporto, à rede de estradas e ao comboio de alta velocidade. Com recurso a uma ferramenta SIG, os autores apresentam diversos mapas temáticos com as localizações mais adequadas para um conjunto de empresas (eletrónica, farmacêutica, de exportação de flores, etc.) nos Países Baixos. Os autores (Manzato et al., 2010) referem que este é um dos primeiros modelos a ser desenvolvido com base neste tipo de abordagem.

### **4.3. Os modelos em síntese**

Ao longo dos últimos Subcapítulos realizou-se um enquadramento documentado do vasto espectro de utilização dos MBA's, sobretudo em termos da sua aplicação ao nível do planeamento do território e da localização das empresas.

O recurso aos MBA's apresenta diversas vantagens, quer em relação a outras ferramentas de análise espacial, quer em relação às gerações anteriores de modelos. Em comparação com outras ferramentas de análise espacial, as principais vantagens dos MBA's são: a inclusão da dimensão comportamental na simulação; a possibilidade de os agentes se deslocarem; a integração da dimensão temporal na modelação; e a abordagem *bottom up*, onde as tendências macro resultam da interação individual dos agentes. Em comparação com os modelos das gerações anteriores, os MBA's distinguem-se por: operar com entidades espacialmente desagregadas, que podem descer à escala do indivíduo (microsimulação); por assumir que o território não está em equilíbrio (os resultados das interações individuais são imprevisíveis); e por serem mais dinâmicos e integrados do ponto de vista espacial e temporal.

Na construção de um MBA pode recorrer-se a várias opções (construção de um modelo de raiz, utilização de uma plataforma de simulação ou de um *software*), apresentando cada uma delas vantagens e desvantagens. As funcionalidades pretendidas para o modelo e a experiência de programação são determinantes nessa escolha. Quantas mais funcionalidades tiver um modelo e maior for a sua capacidade de simulação, maior será a dificuldade de desenvolvê-lo e maiores terão que ser os conhecimentos do utilizador para a sua construção. Por isso, a escolha da metodologia a seguir deverá ser devidamente ponderada. Alguns autores sugerem que os utilizadores com experiência de programação poderão privilegiar a construção de modelos

robustos e flexíveis, ao passo que, para os principiantes, a melhor opção será a escolha de plataformas com programação simples ou de programas licenciados (Castle e Crooks, 2006).

Ao longo das últimas duas décadas foram desenvolvidos vários MBA's com diferentes níveis de operacionalidade e de aplicação. Ao nível do território, a maior parte dos modelos enquadram-se nos tópicos da segregação e, sobretudo, da localização. No âmbito dos MBA's que simulam especificamente as empresas, as aplicações repartem-se pela simulação dos relacionamentos entre as empresas, do ciclo de vida das empresas e do seu comportamento locativo. No caso deste último tópico, concluiu-se que as empresas e, por inerência, a questão do emprego, têm sido incorporados em muitos modelos integrados do uso do solo e dos transportes (URBANSIM, ILUTE, ILUMASS, etc.), devido às suas implicações na transformação do uso do solo, na expansão das áreas urbanas e no planeamento dos transportes. Os modelos vocacionados para simular especificamente o comportamento locativo das empresas são mais escassos na literatura. A dificuldade em obter dados desagregados ao nível das empresas e a volatilidade com que as empresas surgem, se deslocalizam e fecham constituem os principais entraves ao desenvolvimento destes modelos. É por estas razões que alguns dos estudos elaborados neste domínio se focalizam no ciclo de vida das empresas, através da comparação de bases de dados de empresas de períodos distintos.

Por último, é de salientar que, no âmbito dos MBA's, não foram encontradas referências a estudos que incluam as AAE's como locais de destino das empresas, o que vem reforçar o carácter inovador da presente investigação.

## **5. Integração de ferramentas SIG - modelação baseada em agentes**

O objetivo deste Capítulo é o de apresentar as principais características e as vantagens que resultam da integração de ferramentas SIG na modelação baseada em agentes. Nos últimos anos foram desenvolvidas várias soluções que permitem tirar partido da integração destas duas ferramentas, conferindo uma maior capacidade espacial à modelação baseada em agentes e permitindo aos utilizadores SIG um recurso mais amigável à modelação de agentes. São apresentadas algumas das soluções obtidas e referidas aplicações práticas conseguidas através dessas soluções.

### **5.1. Vantagens e retrospectiva das aplicações SIG/MBA**

Como se referiu no Capítulo 4, alguns MBA's desenvolvidos para análises territoriais (URBANSIM, ILUMASS; Obeus, etc.) e várias plataformas de simulação (Repast, NetLogo, etc.), permitem articulação com ferramentas SIG. Com efeito, vários autores (Batty e Jiang, 1999; Najlis e North, 2004; Parker, 2005; Brown et al., 2005; Torrens e Benenson, 2005; Crooks, 2006; Crooks et al., 2008) salientam que há um interesse crescente pela integração de funcionalidades SIG/MBA, pelas vantagens que acarretam em termos da análise espacial, existindo vários exemplos de aplicações destas técnicas em domínios tão variados como o crescimento urbano, alterações do uso do solo e modelos pedonais. Assim, o objetivo do presente Subcapítulo é de fazer uma breve digressão pelos benefícios e pelas características que a combinação de ferramentas de modelação de agentes com SIG acarreta.

O recurso a ferramentas SIG/MBA traz diversas vantagens à modelação e permite ultrapassar algumas debilidades que cada uma das ferramentas apresenta individualmente. A utilização de ferramentas SIG no planeamento teve um crescimento acelerado ao longo das últimas duas décadas, devido à sua capacidade de armazenar, tratar, analisar e visualizar informação geográfica (Burrough e Mcdonnell, 1998; Elwood e Leitner, 1998). Com efeito, os SIG permitem construir modelos espaciais complexos, que representam com detalhe um determinado fenómeno, mas revelam-se estáticos, pois não incorporam a componente dinâmica e temporal desse fenómeno. Por seu turno, e em contraste com os SIG, a modelação baseada em agentes permite efetuar representações sofisticadas do tempo e dos comportamentos, em detrimento da representação do espaço e das relações espaciais dos fenómenos simulados (Brown et al., 2005; Crooks et al., 2008). Por isso, nas análises espaciais, cada uma destas ferramentas apresenta potencialidades, mas também debilidades. Gonçalves et al. (2004) exemplificam esta situação com o caso dos incêndios florestais. Os SIG podem ser utilizados para mapear zonas de risco a partir de várias fontes (declives do terreno, cobertura do solo, etc.). Contudo, a análise dinâmica deste fenómeno, como a velocidade de propagação do

incêndio mediante certas condições meteorológicas, só será possível se forem incorporadas novas funcionalidades computacionais no SIG ou se forem utilizadas outras ferramentas. Os referidos autores concluem que os SIG não são apropriados para estudar fenômenos dinâmicos, como a dispersão de gases ou de fluidos.

Por outro lado, a utilização de informação geográfica na modelação de agentes representa um incremento importante em relação aos ambientes abstratos, tornando-a mais robusta (Crooks, 2006). Além disso, permite representar os objetos fixos (edifícios, estradas, etc.) e os objetos móveis (pessoas, veículos, etc.) do território, que passam a estar espacialmente vinculados através de funcionalidades específicas baseadas nos objetos e na sua situação no espaço. Deste modo, os agentes podem ser utilizados para representar elementos geográficos representados no SIG. Estes agentes podem ser dinâmicos no que respeita tanto ao seu estado (alteração de atributos), como à localização (mudança de local), podendo ainda estimular a mudança do estado ou da localização de outros agentes. Em simulação, os agentes são implementados sob a forma de eventos discretos e têm a capacidade de se deslocarem de forma *lagrangiana* (Li et al., 2008). Assim, a utilização combinada das duas ferramentas no processo de modelação permite tirar partido das vantagens de cada uma delas, o que é particularmente importante no caso dos modelos de base territorial.

De acordo com Parker (2005), as primeiras referências à necessidade de integrar nos SIG componentes de modelação baseada em agentes surgiram em finais da década de 1990, com o objetivo de que os utilizadores dos SIG, em forte expansão na altura, pudessem dispor de ferramentas de análise mais robustas. Esses esforços levaram ao desenvolvimento dos programas SIG, que passaram a incluir novas funcionalidades. Por exemplo, a estrutura da base de dados do ArcGIS da Esri passou a incluir análises orientadas por objetos, que vieram estreitar os relacionamentos entre as entidades representadas. A orientação por objetos facilitou ainda a implementação da noção de *espaço relativo*, nomeadamente através de regras topológicas que podem impedir ou permitir determinado tipo de operações. Por exemplo, uma regra topológica pode especificar que uma entidade espacial num *layer* (como um edifício), não pode sobrepor-se a uma entidade de outro *layer* (como um lago). Porém, como referem Gonçalves et al. (2004), a modelação de agentes com recursos a ferramentas convencionais de SIG é difícil porque os dados espaciais são armazenados e inquiridos de uma forma estática. Contudo, os fenômenos sociais, biológicos e físicos são dinâmicos, sofrendo alterações ao longo do tempo. Além disso, a própria atividade dos agentes pode implicar alterações dinâmicas no estado dos elementos do

sistema (dos pontos, das células). Deste modo, a modelação dos fenómenos dinâmicos do mundo real obrigaria a recorrer a uma estrutura com quatro dimensões ( $x, y, z, t$ ), estando  $x, y, z$  relacionadas com as coordenadas espaciais e  $t$  com o tempo. Porém, a modelação de fenómenos com esta estrutura levaria à produção de uma enorme quantidade de dados, que seriam mais difíceis de analisar.

## **5.2. Formas de integração SIG/MBA e exemplos de aplicação**

O desenvolvimento de soluções que articulam ferramentas SIG/MBA teve como objetivo reduzir a complexidade da modelação baseada em agentes e, ao mesmo tempo, conferir-lhe uma maior capacidade de análise espacial. Pretendeu ainda disponibilizar à vasta comunidade utilizadora de SIG's uma ferramenta que lhes permitisse modelar agentes de uma forma menos complexa. Por conseguinte, surgiram várias soluções que permitem utilizar as funcionalidades de ambas as ferramentas, desde as soluções mais simples e abstratas, até às plataformas integradas, passando pelas plataformas construídas de raiz, que promovem análises mais robustas, mas que são mais exigentes em termos de conceção e de utilização.

Uma das soluções encontradas foi a de tornar independente toda a componente dinâmica de simulação em relação ao SIG, pelo que as funcionalidades deste, como a visualização e os operadores, não podem ser utilizadas durante a simulação. Algumas das ferramentas de simulação de agentes mais conhecidas (Swarm, Repast, Ascape, etc.), permitem aceder aos dados espaciais durante a simulação mas, em si mesmo, estas plataformas não são um SIG, tendo funcionalidades limitadas ao nível da análise espacial. Na verdade, a forma como as plataformas acedem aos dados espaciais permite falar em duas tipologias de integração, as estáticas e as dinâmicas (Gonçalves et al., 2004). Nas combinações estáticas, os dados espaciais são importados para a plataforma de simulação antes de esta se iniciar, não podendo os agentes aceder a dados espaciais/operadores do SIG durante a simulação. Nas combinações dinâmicas, o acesso aos dados geográficos é feito durante a simulação. Neste caso, os agentes podem utilizar operadores integrados no SIG para calcular distâncias, relações topológicas, etc.

Nas soluções de integração mais simples, os modelos podem ser executados em espaços abstratos baseados em células, implementando funcionalidades espaciais elementares (Parker, 2005). Estes modelos podem, depois, ser incrementados e adaptados a casos de estudo concretos. É o caso do modelo SLUDGE (*Simulated Land Use Dependent on Edge Effect*

*Externalities*), desenvolvido por Parker e Meretsky (2004), com o objetivo de estudar a influência mútua da distância e dos custos de transportes no padrão de uso do solo. Há também vários exemplos de modelos que se baseiam em dados espaciais em formato raster (abstratos e/ou reais) que, depois da simulação, permitem exportar os resultados da simulação para programas SIG adequados. É o caso do modelo SLUCE (Brown et al., 2005), cujo objetivo se centra no estudo da influência que as amenidades do território têm no desenvolvimento das periferias urbanas. A plataforma CORMAS tem também sido utilizada na formulação de vários modelos SIG/MBA, embora as funcionalidades SIG sejam limitadas (Taillandier et al., 2012). Faz a leitura e o armazenamento de ficheiros com informação geográfica, permite importar *layers* em formato raster ou vetorial, gerar novos *layers* interactivamente e tem a capacidade de criar objetos compósitos, facilitando a implementação dos agentes a diferentes escalas. Em termos de aplicações, a plataforma CORMAS foi utilizada por Etienne (2003) para construir um modelo que simula o processo negocial mantido entre os proprietários florestais e os pastores, que são dois dos principais intervenientes na gestão das áreas florestais mediterrânicas em França. Urbani e Delhom (2008) promoveram outro modelo através desta plataforma, que designaram por CORMGIS, cuja arquitetura permite a ligação de funcionalidades SIG com a modelação de agentes. Através dela, os autores construíram um sistema de apoio à decisão (HydroValleA) para resolver os problemas de abastecimento de água potável na Córsega.

As soluções que integram funcionalidades dos SIG e dos SMA's numa única plataforma fornecem resultados mais robustos em termos de modelação (Parker, 2005). De acordo com alguns autores (Brown et al., 2005; Parker, 2005) é possível concluir que existem várias formas de integrar as ferramentas SIG com modelação de agentes, sendo de destacar quatro soluções: *loose coupling*, *ABM-centric*, *GIS-centric* e *middleware* (para além da hipótese de criar uma plataforma de raiz).

O *loose coupling* é uma solução que envolve a troca de ficheiros entre o modelo e a base de dados. Esta técnica apresenta, contudo, várias limitações ao nível da eficiência computacional, nomeadamente por implicar um elevado volume de entrada e de saída de dados, por não permitir a inquirição da base de dados e por impossibilitar o acesso a funções de análise espacial diretamente a partir da ferramenta de modelação.

Outra solução encontrada foi a de desenvolver uma plataforma com arquitetura específica, que combinasse as duas ferramentas. As primeiras tentativas inscrevem-se na designada abordagem *ABM-centric* (Brown et al., 2005), através da qual as plataformas e os

programas de modelação de agentes passaram a incorporar funcionalidades SIG. Esta solução é também adequada para utilizadores não familiarizados com *software* SIG. Um dos exemplos destas soluções é a ferramenta GeoTools, que funciona como um *software* SIG programado através de linguagem Java. A GeoTools inclui funcionalidades de importação, gestão e de visualização de dados geográficos. Na literatura encontram-se alguns exemplos de MBA's que recorreram a esta ferramenta (Crooks et al., 2008; Yu et al., 2009). A ferramenta OpenMap constitui um outro exemplo deste tipo de soluções. Trata-se de uma ferramenta *open source* programada em linguagem Java, cuja principal função é a visualização de dados geográficos. Por exemplo, o modelo TSUNAMI formulado por Brown et al. (2005) através do recurso à plataforma Repast, utiliza a ferramenta OpenMap, através da qual as componentes SIG são acedidas pelo programa de modelação. A plataforma Repast é uma das que melhor permite explorar as funcionalidades das ferramentas GeoTools e OpenMap (Castle e Crooks, 2006). Um dos problemas associados a esta solução é a complexificação das análises espaciais e o aumento dos custos, uma vez que as funções da plataforma SIG precisam ser escritas, verificadas e testadas na plataforma multiagente (isto sucede porque as plataformas de modelação de agentes não estão concebidas para realizar interações espaciais).

As abordagens *GIS-centric*, por outro lado, distinguem-se por ter as funcionalidades de modelação serem implementadas através do SIG. Esta solução permite que os utilizadores executem as simulações através da interface gráfica do SIG, o que, tendo em conta o elevado número de utilizadores destes programas, pode incrementar a utilização destas soluções. Uma das fragilidades desta solução radica na dificuldade que os utilizadores de SIG normalmente sentem na modelação do comportamento dos agentes, por falta de conhecimentos de programação. Por isso, algumas destas soluções apenas disponibilizam ferramentas básicas de modelação.

O recurso a soluções *middleware* baseia-se no desenvolvimento de programas para abordar as relações causais entre os agentes, bem como as relações temporais e topológicas entre os SIG e os MBA's. As relações causais estão relacionadas com a capacidade que os elementos do SIG têm para alterar o comportamento dos agentes e vice-versa. Uma das vantagens desta opção é a de permitir o desenvolvimento de funcionalidades específicas para a simulação do fenómeno pretendido. Outra vantagem reside na polivalência de utilização: os modelos podem ser desenvolvidos na plataforma de simulação e a execução e a visualização dos resultados podem ser feitas na plataforma SIG. Por seu turno, a principal desvantagem assenta



nos custos elevados e nos conhecimentos que esta solução acarreta, dada a complexidade em lidar com ambas as plataformas e em integrar as funcionalidades pretendidas. O modelo SymSuite (Thomas et al., 2003) constitui um exemplo de uma aplicação prática com este tipo de simulação. O SymSuite modela as interações que ocorrem em redes de infraestruturas interdependentes (energéticas, de telecomunicações, etc.), nomeadamente o impacto que a alteração numa infraestrutura tem na utilização da restante rede. No modelo, as relações causais e a evolução temporal são implementadas através da modelação baseada em agentes; a base de dados SIG disponibiliza informação nas relações topológicas iniciais entre os vários elementos. Os atributos da base de dados são atualizados pelos respetivos agentes.

De acordo com Che'man e Timmermans (2010), a utilização integrada de ferramentas SIG e de modelação de agentes numa única plataforma permite não só a simulação dinâmica de fenómenos, como tem potencial para simular, analisar e apresentar os resultados da modelação.

Na literatura surgem diversos estudos que recorrem a plataformas integradas de SIG/MBA's para modelar fenómenos territoriais. Por exemplo, Schüle et al. (2004) desenvolveram uma plataforma SIG/MBA designada SeSAM (*Shell for Simulated Agent Systems*), que permite fazer simulações e aplicações de MBA a partir de dados geográficos do mundo real. A plataforma conta com um SIG Plug-in, que possibilita a representação do espaço em formato vetorial. Outro caso é a plataforma SIG/MBA de Karadimas et al. (2006), concebida para funcionar como um sistema de apoio na gestão de resíduos sólidos urbanos. Neste sistema, os autores adotaram a plataforma Swarm para implementar a modelação dos agentes e recorreram ao *software* ArcView (Esri) para analisar e visualizar os dados espaciais. A integração das duas ferramentas numa única plataforma foi feita através da técnica *loose coupling*, através da qual os dados SIG são importados pela plataforma de simulação, sendo depois os resultados da modelação devolvidos para o ArcView para posterior análise e visualização. Numa outra aplicação, Lombardo et al. (2004) descrevem a forma como integraram as funcionalidades dos SMA's num SIG (ArcGIS) com o objetivo de simular a dinâmica de localização de lojas comerciais num espaço urbano. Através da linguagem de programação VBA, os autores criaram uma interface que permitiu integrar as funcionalidades de modelação no *software* SIG. Deste modo, o sistema criado permite que, mesmo durante a simulação, possam ser feitas alterações ao modelo, como a adoção de novas regras comportamentais ou de novas tipologias de agentes (os consumidores e os empresários das unidades comerciais). O modelo DEED (*Dynamic Ecological Exurban Development*) baseia-se também na integração de técnicas de modelação de agentes

com SIG, tendo sido utilizado por Robinson e Brown (2009) para construir vários cenários sobre o impacto que o zonamento do solo e que as estratégias públicas de aquisição de solo poderão ter na cobertura florestal de um município do Estado do Michigan (EUA). Che'man e Timmermans (2010) descrevem também os passos iniciais que estão a ser dados pelos autores para construir uma ferramenta SIG/MBA para analisar o processo de crescimento económico e a alteração do uso do solo numa região da Malásia. De referir ainda o projeto de Garneau et al. (2010), que esteve na origem da plataforma PLAMAGS. A esta plataforma estão subjacentes alguns conceitos inovadores, como os *agentes espacializados* (agentes com capacidade de decisão em relação a um ambiente georreferenciado), o *ambiente geográfico virtual* (proporciona o ambiente para a simulação) e a *geosimulação multiagente*. Graças à linguagem utilizada (linguagem orientada a agentes suportada por um IDE), a PLAMAGS permite que todas as etapas de modelação, a implementação e a execução da geosimulação multiagente sejam feitas através da plataforma, sem ser necessária a transição de dados entre as ferramentas SIG/MBA. Outro exemplo é a aplicação Agent Analyst (Hillier e Tomlin, 2007; North, 2007; Johnston, 2013), que foi desenvolvida com o objetivo de integrar duas das ferramentas mais utilizadas ao nível dos SIG (ArcGIS) e da modelação de agentes (Repast). O Agent Analyst surge no ambiente de trabalho do ArcGIS sob a forma de uma caixa de ferramentas. Uma vez integrada no ArcGIS, esta ferramenta faz com que os modelos tenham acesso à informação espacial, permitindo que os agentes sejam geograficamente referenciados, bem como visualizar os seus movimentos e as suas decisões. As ações e as regras associadas aos agentes são programadas através da linguagem Not-Quite-Python. Os principais obstáculos que se colocam à utilização desta plataforma residem na dificuldade em programar o comportamento dos agentes através daquela linguagem e na complexidade em calibrar e validar o modelo. Por isso e apesar de estar disponível em *open source*, o Agent Analyst não tem uma grande comunidade de utilizadores, sendo necessário que evolua para uma ferramenta mais amigável e melhor documentada (Hillier e Tomlin, 2007). Por essa razão, têm sido poucos os modelos construídos através desta plataforma. Destacam-se alguns projetos levados a cabo na Universidade de Redlands (EUA), nomeadamente um modelo relacionado com a migração de aves e um modelo de crescimento urbano. O objetivo deste último é o de apresentar um conjunto de cenários de desenvolvimento urbano mediante duas perspetivas opostas: a de conservar o uso do solo e a de não o conservar (RI, 2010). A plataforma GAMA (Taillandier et al., 2012) inscreve-se também no esforço de disponibilizar uma ferramenta avançada para realizar simulações com informação geográfica. Com o pressuposto

de que os objetos geográficos podem ser considerados agentes (num processo designado pelos autores por *agentificação*), o objetivo da plataforma é o de oferecer mais serviços e operações de base geográfica, sobretudo em formato vetorial. Os objetos geográficos são diretamente convertidos em agentes, aos quais está associada a respetiva geometria e é atribuído um estado interno e um comportamento. A versão mais recente inclui um IDE com uma nova linguagem que visa tornar mais acessível a programação. Taillandier et al. (2012) descrevem diversos modelos que foram aplicados através da plataforma GAMA.

Por último, surge a hipótese de se construir um modelo de raiz que integre em simultâneo as funcionalidades dos SIG e a modelação de agentes. Há alguns exemplos de sistemas construídos desta forma, como o modelo Obeus (Benenson et al., 2001). O Obeus inclui-se nos designados *Geographic Automata Systems* (Torrens e Benenson, 2005) e o seu objetivo consiste em modelar, simultaneamente, as várias componentes dos sistemas urbanos, que são constituídas tanto por objetos fixos (lotes, edifícios, ruas), como por objetos móveis (veículos, pessoas, etc.). Estes objetos são representados através de layers carregados pelo SIG do sistema. O território está dividido numa malha de células, através da qual são realizadas várias operações de vizinhança. A modelação baseia-se num SMA que atua sobre a matriz celular, através da qual os agentes interagem entre si e com o ambiente.

A cada uma destas soluções integradas estão subjacentes diferentes tipos de arquitetura e de articulação entre as ferramentas (Parker, 2005). Os modelos podem utilizar programas de SIG e de MBA separados, comunicando através de ficheiros existentes no disco. É o caso da ferramenta de análise espacial GeoTools, que é utilizada por alguns modelos que recorrem à plataforma Repast. Os modelos podem também usar programas separados, que comunicam entre si através de uma base de dados partilhada ou por memória virtual, tal como sucede no caso da plataforma Agent Analyst (Parker, 2005). Os modelos construídos de raiz são os que têm um maior nível de integração, pois ambas as funcionalidades operam em conjunto.

De acordo com Brown et al. (2005), o desenvolvimento de modelos que fazem uso simultâneo dos SIG e da modelação de agentes requer a especificação e o desenvolvimento dos relacionamentos entre os agentes e os dados espaciais. Em primeiro lugar, a partir da definição do tipo de relacionamento entre os agentes e os dados espaciais, a componente SIG permite armazenar a informação geográfica das entidades, enquanto as componentes de modelação representam o comportamento dos agentes e as alterações operadas nas entidades. Assim, uma entidade espacial associada a agentes pode deslocar-se e alterar o seu estado e os atributos das

entidades associadas aos agentes podem alterar-se também. Em segundo lugar, em muitos modelos, os agentes têm relações causais, ou seja, as suas ações são suscetíveis de provocar alterações na localização e nos atributos das outras entidades. Em terceiro lugar, as relações temporais são inerentes a dois tipos de ações: às ações dos agentes e à atualização dos atributos ou da localização das entidades na base de dados SIG. Neste caso tanto podem ser utilizadas abordagens sincrónicas como assíncronas. Em quarto lugar, as relações topológicas entre os agentes e o ambiente (e entre as próprias entidades), determinam a forma como o movimento das entidades espaciais se processa.

Em suma, pode concluir-se que a integração de ferramentas de SIG e de modelação de agentes apresenta diversos benefícios ao nível das análises espaciais. Acima de tudo, como referem Crooks et al. (2008), a integração destas duas ferramentas, independentemente da solução encontrada, inscreve-se numa tentativa de tornar os MBA's mais operacionais. Com efeito, muitos dos MBA's são abstratos e inserem-se numa tentativa de demonstrar determinados pressupostos teóricos. São modelos que não são aplicados a nenhum território/caso de estudo em particular. Ao longo dos últimos anos, tem havido uma maior preocupação para que estes modelos se tornem mais operacionais, o que se tem conseguido, entre outras formas, através da sua articulação com os SIG. A incorporação da realidade espacial na modelação de agentes melhora a capacidade dos utilizadores obterem conclusões relativas ao comportamento de sistemas complexos em ambientes reais, que podem diferir das conclusões obtidas com ambientes artificiais/genéricos (Brown et al., 2005). Do ponto de vista dos SIG, a modelação de agentes permite aprofundar as análises espaciais, através da inclusão da variável tempo e da simulação de fenómenos dinâmicos e dos impactos que podem ter no espaço (e que por sua vez podem sofrer deste). Também os resultados da modelação podem incrementar os resultados das análises SIG. Por exemplo, as conclusões da modelação de agentes podem ser usadas para facilitar a interpolação espacial e temporal dos dados, para inquirir a base de dados sobre a localização de um agente num determinado momento ou em momentos diferentes, etc.

### **5.3. Integração de ferramentas SIG/MBA em síntese**

No planeamento do território, a utilização de ferramentas de análise espacial está muito divulgada, havendo uma panóplia de programas SIG que podem ser usados para esse efeito.

Através destas ferramentas é possível fazer diversos tipos de operações, nomeadamente em termos de criação e gestão de bases de dados georreferenciadas, de análises espaciais e de produção cartográfica. Por via da sua utilidade, flexibilidade e facilidade de utilização, as ferramentas SIG tiveram um enorme desenvolvimento, sendo atualmente imprescindíveis nos gabinetes de planeamento do território. Em paralelo, aumentou o número de técnicos, de profissionais e de cursos que habilitam as pessoas a trabalharem com SIG's.

Apesar de darem uma resposta satisfatória a muitas das necessidades dos planeadores do território, as ferramentas SIG não respondem de forma tão cabal quando estão em causa análises dinâmicas, seja do ponto de vista temporal, seja para analisar fenómenos interativos entre diversas entidades, como acontece no mundo real. Para se promover este tipo de análises mais dinâmicas é necessário recorrer às designadas ferramentas de geosimulação, entre as quais surgem os MBA's. O interesse em combinar estas duas ferramentas decorre, então, da necessidade de apetrechar os programas SIG de capacidade de modelação mais dinâmica e complexa e, ao mesmo tempo, de conferir aos MBA's uma maior capacidade para representar o território (ambientes espacialmente explícitos) e de análise espacial. E ainda para facilitar a tarefa de modelação por parte dos utilizadores SIG.

Para gizar esta integração foram desenvolvidas várias soluções. Nas fórmulas mais autónomas, as duas ferramentas são executadas em separado ou de forma independente, através das quais os dados espaciais são importados para os módulos de simulação antes desta se iniciar ou durante a sua execução, período durante o qual não se pode aceder aos dados geográficos. Nas soluções integradas, as funcionalidades SIG/MBA funcionam de forma articulada a partir de uma única plataforma. Para o efeito, desenvolveram-se várias técnicas, como a partilha de ficheiros, a construção de arquiteturas que combinam as duas ferramentas, a integração de funcionalidades de modelação nos programas SIG, etc. Cada uma das soluções apresenta vantagens e inconvenientes, não se podendo afirmar que uma solução seja melhor que as restantes (Brown et al., 2005).

A existência de um elevado número de modelos (URBANSIM, ILUMASS, ILUTE, PUMA, RAMBLAS, etc.) e de plataformas de simulação (Swarm, Repast, Mason, NetLogo, AnyLogic, etc.), que permitem a integração de funcionalidades SIG com modelação de agentes, é demonstrativa do potencial e dos benefícios mútuos que a combinação destas duas ferramentas fornecem ao planeamento do território e ao processo de tomada de decisão.

## **Parte II: Caso de estudo**

O caso de estudo da presente investigação é constituído pela rede conhecida por Quadrilátero Urbano, que é constituída pelos municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. O Quadrilátero Urbano é um projeto territorial assumido pelos quatro municípios que visa consolidar a competitividade e a internacionalização do território, nomeadamente da rede urbana constituída pelas quatro cidades. O acolhimento empresarial é uma das agendas temáticas incluídas neste projeto territorial, pelo que há aqui um alinhamento com os objetivos prosseguidos pelo presente estudo.

Nesta parte do trabalho começa-se por fazer uma breve abordagem ao conceito de rede urbana. Depois, contextualiza-se o caso de estudo, enumerando os seus principais pontos fortes e fracos. São analisadas várias dimensões do ponto de vista demográfico, territorial, económico e institucional.

## **6. Caso de estudo: o Quadrilátero Urbano**

O objetivo deste Capítulo é o de apresentar as características mais significativas da rede do Quadrilátero Urbano, nomeadamente daquelas que têm implicações ao nível da competitividade do território e do acolhimento de empresas. Como o Quadrilátero é um projeto supramunicipal que visa consolidar uma rede urbana de proximidade, o primeiro Capítulo debruça-se sobre o conceito de rede urbana e das suas vantagens territoriais. À luz deste conceito, enumeram-se as agendas temáticas que estão subjacentes ao Quadrilátero, dando uma ênfase particular ao que está previsto em termos de acolhimento empresarial. De seguida analisa-se o potencial da rede em termos demográficos, territoriais, económicos e institucionais.

### **6.1. O Quadrilátero urbano: uma rede urbana em consolidação**

O Quadrilátero Urbano constitui o caso de estudo da presente investigação, servindo de suporte geográfico ao modelo desenvolvido para as AAE's deste território. O Quadrilátero Urbano é a designação dada a uma parceria que envolve os municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. O objetivo deste projeto é o de constituir uma rede urbana, através de uma estratégia de cooperação, que tire partido do policentrismo e dos recursos do território.

Este projeto surge num contexto em que as políticas territoriais nacionais e europeias têm vindo a promover a constituição de redes urbanas. Na verdade, o próprio conceito de *rede* está hoje muito divulgado e aparece sob as mais diversas formas: redes sociais, empresariais, ecológicas, energéticas, de telecomunicações, de transportes públicos, etc. O conceito de rede pressupõe a existência de nós que estão interligados e a massificação do termo não poderá desligar-se do mundo globalizado dos nossos dias (Castells, 2000). As cidades, enquanto sistemas abertos complexos, funcionam como palcos privilegiados destas redes e são, elas próprias, nós de redes mais vastas, por onde flui grande número de pessoas, de bens e de dados. No entanto, o conceito de rede urbana não é consensual, dada a diversidade e o elevado número de tipologias que as redes urbanas assumem (Klaasen et al., 2007; Knaap, 2007; Mayer et al., 2004; Meijers, 2005; Schindegger e Tatzberger, 2005). Para Mayer et al. (2004: 315), uma rede urbana “consiste num número variável de grandes e pequenas cidades, que têm boas ligações entre si e que estão separadas por áreas não urbanizadas”. Para Batten (1995) uma rede de cidades desenvolve-se quando duas ou mais cidades, com funções potencialmente complementares entre si, começam a cooperar para atingir economias de escala, através de infraestruturas de transporte e de comunicações adequadas. Numa perspetiva mais abrangente, Camagni e Capello (2004: 512) consideram que as redes urbanas “são sistemas de relacionamentos e de fluxos, de natureza essencialmente horizontal e não hierarquizada,

estabelecidos entre centros complementares e similares, que proporcionam externalidades e economias ao nível de especialização/complementaridade/divisão espacial do trabalho e sinergias resultantes da cooperação/inação”.

A partir destas conceções é possível concluir que a existência de uma rede urbana implica vários pressupostos. Do ponto de vista funcional, pressupõe a existência de quatro elementos (Figura 12): (i) nós, que correspondem às cidades; (ii) ligações físicas entre os nós (infraestruturas de comunicação e transportes); (iii) fluxos de pessoas, bens, dados, etc., que se processam entre os nós da rede através dos *links*; e (iv) pela existência de uma forma de cooperação institucional entre as cidades. As diferentes configurações espaciais das redes resultam da forma como os seus nós estão interligados e da dimensão/capacidade funcional das cidades. As redes urbanas podem, assim, distinguir-se em função: da sua abrangência territorial, podendo ter um âmbito sub-regional, regional, nacional, transfronteiriço e internacional (Schindegger e Tatzberger, 2005); dos seus objetivos, distinguindo-se as redes temáticas, focalizadas na cooperação em torno de projetos comuns, e as redes de proximidade (caso do Quadrilátero), que visam estimular a competitividade territorial (Leitner et al., 2002); e da sua configuração espacial, que se relaciona com a estrutura (mais ou menos hierarquizada) e com a simetria (direção e intensidade dos fluxos) da rede (Goei et al., 2009; Limtanakool et al., 2009).

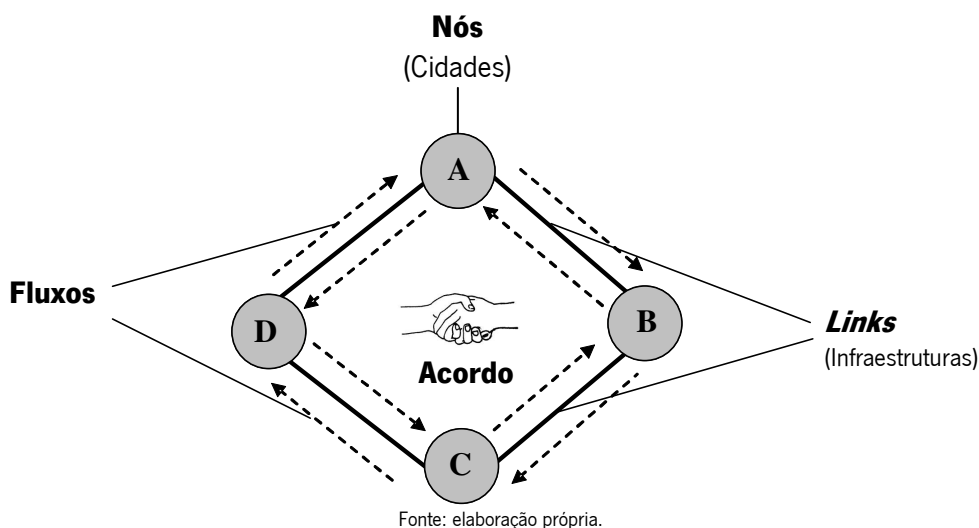


Figura 12: Estrutura base de uma rede urbana

O paradigma das redes urbanas inspira-se no policentrismo e nas vantagens que este modelo apresenta face à estrutura hierarquizada e centralizada dos sistemas urbanos monocêntricos (Davoudi, 2003; Bertaud, 2004; Parr, 2004; Domingues, 2008; Goei et al., 2009; Van Oort et



al., 2010). Os benefícios atribuídos às redes urbanas, que estão na base das políticas públicas que têm vindo a ser promovidas, são de várias ordens. As principais vantagens compreendem a obtenção de sinergias, de externalidades, de complementaridades e de economias de escala. Para Meijers (2005), as sinergias correspondem aos efeitos positivos gerados pela cooperação que são superiores ao contributo individual que cada parceiro pode ter na rede ( $1+1=>2$ ). As externalidades referem-se aos benefícios económicos resultantes da cooperação em rede das cidades (Capello, 2000; Meijers, 2005). Englobam várias dimensões, como a minimização de custos (ao nível dos transportes, da não sobreposição dos mercados, etc.), a rentabilização das economias de escala e o aprofundamento das relações de complementaridade entre os parceiros da rede. O desenvolvimento de complementaridades é outro benefício atribuído às redes urbanas (Meijers, 2007; Meijers et al., 2008; Van Oort et al., 2010). Este conceito prende-se com a noção de que, em rede, as cidades desempenham funções diferentes, mas que são mutuamente benéficas para o desenvolvimento das outras cidades. A complementaridade resulta, então, do facto das cidades possuírem diferentes funções urbanas que, ao serem exploradas em conjunto, permitem dar uma resposta mais eficiente às necessidades dos seus mercados. Ainda outro benefício consiste na obtenção de economias de escala ou de aglomeração (Nordregio et al., 2003; Heeg et al., 2003; Goei et al., 2009; Van Oort et al., 2010; Meijers e Burguer, 2010). Esta vantagem assume que a aglomeração gera benefícios, nomeadamente para as empresas instaladas através da constituição de redes empresariais, o que potencia o crescimento económico das cidades. As economias de aglomeração surgem, portanto, ligadas a benefícios como: o acesso a bens intermédios (de outras empresas da rede), o desenvolvimento de mercados de trabalho especializados e de *spillovers* do conhecimento e a inserção mais rápida nos mercados consumidores.

O reconhecimento destas vantagens e a necessidade de mitigar os impactos negativos das estruturas monocêntricas levaram a que as políticas em rede se tenham vindo a impor no urbanismo e no planeamento do território (Drewe, 2005). Deste modo, ao longo dos últimos anos surgiram várias iniciativas e políticas com o objetivo de consolidar as redes urbanas. Na UE, a partir da década de 1990, foram lançadas diversas iniciativas com esse propósito, tais como a *European Spatial Development Perspective* (1999), a *Europa 2000*, a *Europa 2000+* e o *European Spatial Planning Observation Network* (ESPON). Estes programas incluíam recursos financeiros que poderiam ser alocados pelos Estados membros para concretizarem estas políticas. Em diversos países, a constituição de redes urbanas esteve no topo das políticas de

planeamento regional, como seja o caso dos Países Baixos (*Fifth Report*), da Bélgica (*Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen*) ou da Alemanha (*Forschungsfeld Städtenetze*).

Em Portugal, ao longo dos últimos anos, surgiram também várias iniciativas públicas com vista à consolidação de redes urbanas. No caso específico deste país, para além das questões da competitividade, a constituição de redes urbanas surge como uma estratégia para fazer face aos desequilíbrios do sistema territorial, associados à ausência de cidades de média dimensão à escala europeia, à bicefalia gerada pelas áreas metropolitanas de Lisboa e do Porto e à constituição de centros urbanos de equilíbrio regional (Fonseca e Ramos, 2011). A necessidade de consolidar redes urbanas surge em vários documentos, tais como no PNPOT, e em vários PROT's (como o PROT-N) e nos Programas Operacionais Regionais (como o ON.2). Além disso, foram promovidas políticas que contemplam recursos financeiros para a constituição de redes urbanas, como é o caso da *Política de Cidades Polis XXI*, através do instrumento das *Redes Urbanas para a Competitividade e a Inovação* (DGOTDU, 2009).

A existência de condições favoráveis à constituição de uma rede urbana no território do Quadrilátero surge em vários documentos. Por exemplo, o PNPOT fala da necessidade de estruturar o policentrismo na região do Noroeste de Portugal, nomeadamente através do reforço da organização do triângulo Braga-Guimarães-Vila Nova de Famalicão (PNPOT, 2007). O PROT-N vai mais longe nestas considerações, “dando prioridade à organização do Quadrilátero Braga, Guimarães, Barcelos e Vila Nova de Famalicão” como forma de consolidar um conjunto de âncoras urbanas (CCDRN, 2009a: 47). Os quatro municípios organizaram-se e deram uma resposta afirmativa a estas orientações estratégicas através da apresentação de uma candidatura à Política de Cidades Polis XXI. Este projeto, cujo objetivo passa pela criação de uma rede urbana de proximidade para reforçar a competitividade urbana, a inovação e a internacionalização dos quatro municípios (Figura 13), foi um dos poucos a serem aprovados e a beneficiar de financiamentos da política de cidades Polis XXI (DGOTDU, 2009).

O referido projeto baseia-se num Programa Estratégico de Cooperação (Quadrilátero, 2008), onde constam as ações a implementar com vista à consolidação da rede. O Programa Estratégico é constituído por sete agendas operacionais, que incidem sobre um conjunto de vetores, que têm implicações no reforço da capacidade competitiva do território e da articulação da rede. As agendas temáticas são as seguintes: *Quadrilátero Digital*, *Quadrilátero Mobilidade*, *Quadrilátero Criativo e Cultural*, *Quadrilátero Desenvolvimento Urbano*, *Quadrilátero Empresarial*

*Acolhimento, Quadrilátero Empresarial Internacionalização e Quadrilátero em Rede.* O montante global de investimento previsto para a concretização das sete agendas é de 15 M€.

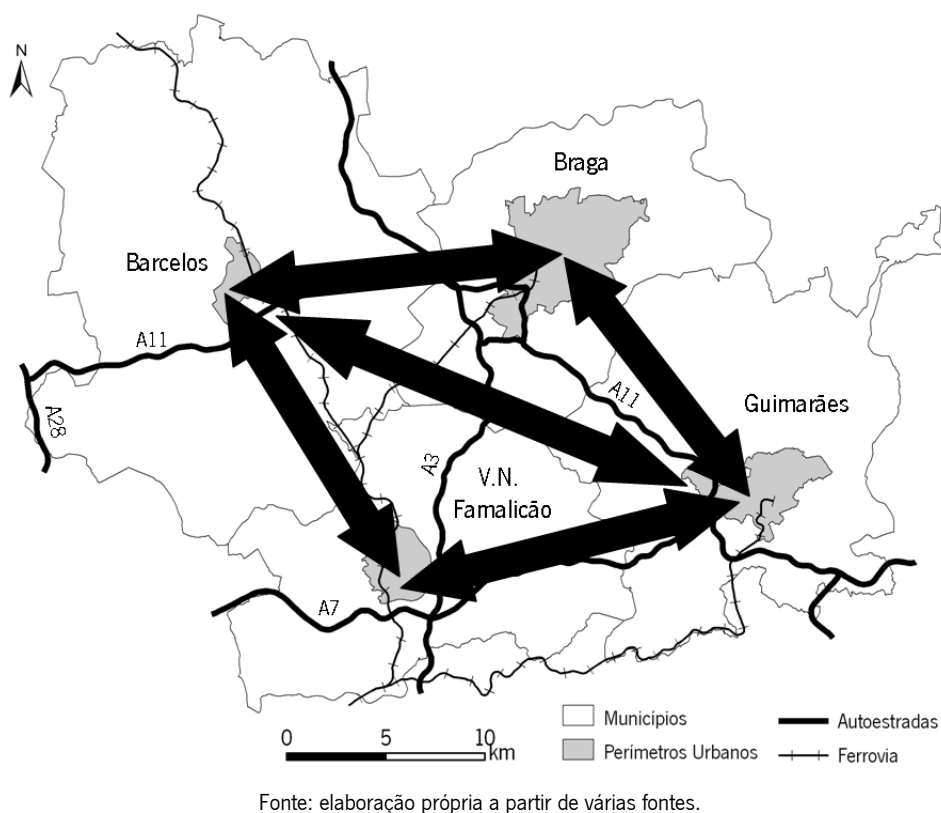


Figura 13: Estrutura e configuração territorial da rede do Quadrilátero Urbano

O *Quadrilátero Digital* é o projeto que envolve o maior volume financeiro (7,6 M€), tendo como principal objetivo a conexão das quatro cidades através de uma rede de fibra ótica. A agenda do *Quadrilátero Mobilidade* pretende suprir uma das principais dificuldades, que resulta da inexistência de um sistema eficiente de transportes públicos entre as quatro cidades. O objetivo é o de criar um sistema multimodal de transportes públicos, que melhore os níveis de mobilidade da população entre as quatro cidades/municípios. As quatro agendas seguintes pretendem reforçar as condições de atratividade da rede para um conjunto diversificado de públicos-alvo. O *Quadrilátero Criativo e Cultural* pretende tornar os ambientes urbanos mais favoráveis à instalação de empresas criativas, inovadoras e de artistas. Inclui diversas ações para articular os equipamentos culturais e para dinamizar a oferta cultural à escala nacional e internacional. A agenda *Quadrilátero Desenvolvimento Urbano* é a segunda que mobiliza mais recursos (2,6 M€). Visa promover ações de reabilitação nos cascos históricos das cidades para, assim, atrair novos públicos-alvo e para desenvolver novas funcionalidades. O *Quadrilátero*

*Empresarial* é a agenda que está mais interligada com o conteúdo do presente estudo, nomeadamente no eixo temático do acolhimento empresarial (o outro é o da internacionalização). O Programa pugna pelo reordenamento territorial das AAE's, pela sua qualificação e pela adoção de um modelo de gestão supramunicipal dos espaços empresariais, com o objetivo de os tornar mais atrativos para a instalação das empresas. A agenda inclui ações de *benchmarking* para se identificarem exemplos adotados noutros países, com vista à gestão coletiva e à internacionalização dos espaços empresariais e das empresas. Por último, o *Quadrilátero em Rede* é uma operação de natureza transversal a toda a estratégia. O seu objetivo é o de monitorizar a concretização dos objetivos do Programa Estratégico e definir um plano de comunicação e de divulgação dos recursos do território.

Para além da questão financeira, o sucesso do projeto do Quadrilátero Urbano dependerá do empenho e do esforço de cooperação manifestado pelas entidades. Apesar da constituição da rede ser acarinhada pelas diversas entidades do território, a sua efetivação requer uma mudança no paradigma da gestão municipal e do relacionamento institucional. Para tal será necessário instituir um modelo de governança territorial, através do qual sejam analisadas, debatidas e concertadas as estratégias e as ações a implementar pelas diversas esferas que estão envolvidas na rede (entidades políticas, empresariais e científicas/tecnológicas). Os desafios que se colocam a este nível prendem-se com a falta de tradição nestas formas de governança e com a gestão dos equilíbrios de poder e de representação das várias entidades na plataforma comum. O carácter pioneiro desta experiência é assumido no próprio Programa de Cooperação quando se refere que esta rede é um *laboratório de experiências ao nível da governança urbana e de territórios em rede* (Quadrilátero, 2008: 31). Porém, a sua implementação é essencial para evitar que o projeto redunde num conjunto pontual de intervenções setoriais, de reduzido alcance, e para evitar que haja uma fratura territorial e institucional da rede. De facto, só com o empenho e a cooperação de todos será possível criar uma rede urbana competitiva e inovadora, com capacidade para rentabilizar de forma mais eficiente o vasto potencial existente no território. Esse potencial pode dividir-se em quatro componentes principais conforme se descreve de seguida.

## **6.2. O potencial do Quadrilátero Urbano**

A constituição do Quadrilátero Urbano surge no âmbito da Política de Cidades Polis XXI, mas resulta também da consciencialização por parte das entidades locais de que o aprofundamento

da rede será muito útil para rentabilizar o potencial existente no território. Esse potencial é constituído por quatro componentes principais que estão interligadas e que compreendem aspetos demográficos, territoriais, económicos e institucionais. O objetivo deste Subcapítulo é o de apresentar os principais pontos fortes e fracos de cada uma dessas componentes.

### 6.2.1. Dinâmicas demográficas

Os principais indicadores demográficos do Quadrilátero encontram-se sintetizados no Quadro 5. Em linhas gerais, os indicadores revelam potencialidades em termos de dimensão, de crescimento e de renovação demográfica, evidenciando que as maiores fragilidades se relacionam com os baixos níveis de instrução da população.

Quadro 5: Indicadores demográficos dos municípios e das cidades do Quadrilátero

| Indicadores                          | Cidades do Quadrilátero    | Municípios do Quadrilátero |
|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Área                                 | 66 km <sup>2</sup>         | 1005 km <sup>2</sup>       |
| População residente                  | 230408                     | 593841                     |
| Varição 2001/2011                    | 9,6%                       | 3,6%                       |
| Densidade populacional               | 3491,0 hab/km <sup>2</sup> | 590,9 hab/km <sup>2</sup>  |
| População jovem                      | 16,0%                      | 16,2%                      |
| População adulta                     | 70,6%                      | 70,3%                      |
| População idosa                      | 13,4%                      | 13,5%                      |
| Índice de envelhecimento             | 83,8%                      | 83,8%                      |
| População sem nível instrução        | 2,9%                       | 17,5%                      |
| População com instrução básica       | 59,4%                      | 59,5%                      |
| População com instrução secundária   | 18,3%                      | 12,9%                      |
| População com instrução superior     | 19,4%                      | 10,1%                      |
| Taxa de atividade                    | 52,2%                      | 51,2%                      |
| População empregada setor primário   | 0,4%                       | 1,5%                       |
| População empregada setor secundário | 30,6%                      | 44,7%                      |
| População empregada setor terciário  | 69,0%                      | 53,8%                      |
| Taxa de desemprego                   | 14,0%                      | 13,7%                      |

Fonte: INE, 2012.

De acordo com o Recenseamento de 2011 (INE, 2012), a população residente nos quatro municípios era de 593841 habitantes, sendo que 230408 (ou seja, 39%) era população urbana. A distribuição populacional mostra fortes assimetrias não tanto à escala municipal, mas sobretudo à escala urbana. O dado mais marcante prende-se com o facto da população urbana de Braga ser superior ao somatório da população residentes nas outras três cidades. Com efeito, a população desta cidade representava 57% do universo da população urbana do Quadrilátero, sendo mesmo uma das poucas cidades portuguesas, localizadas fora das duas áreas

metropolitanas, com mais de 100000 habitantes. No outro extremo surge a cidade de Barcelos, que contabilizava pouco mais de 20000 habitantes. Individualmente, verifica-se que as cidades do Quadrilátero têm falta de dimensão crítica mas, coletivamente, têm um maior potencial para se afirmarem como aglomeração urbana de média dimensão à escala nacional e europeia.

Ao longo da última década, o Quadrilátero assistiu a um crescimento demográfico. O aumento global foi de 3,6%, mas o crescimento urbano foi mais pronunciado (9,6%). Em ambos os casos, Braga foi o território responsável por esta evolução, tendo-se verificado uma ligeira contração na população residente nos municípios de Barcelos e de Guimarães e na população urbana de Guimarães e de Vila Nova de Famalicão (neste último caso foi inferior a 0,5%). A densidade populacional no Quadrilátero segue o padrão histórico de povoamento no Minho, que se caracteriza pela forte densidade de ocupação e por uma elevada dispersão territorial. A densidade populacional média no Quadrilátero era, em 2011, de 591 hab/km<sup>2</sup>, com os valores mais elevados a localizarem-se nas freguesias urbanas e nas suas imediações, como se pode comprovar pela Figura 14, que mostra a distribuição da densidade populacional ao nível da subsecção estatística.

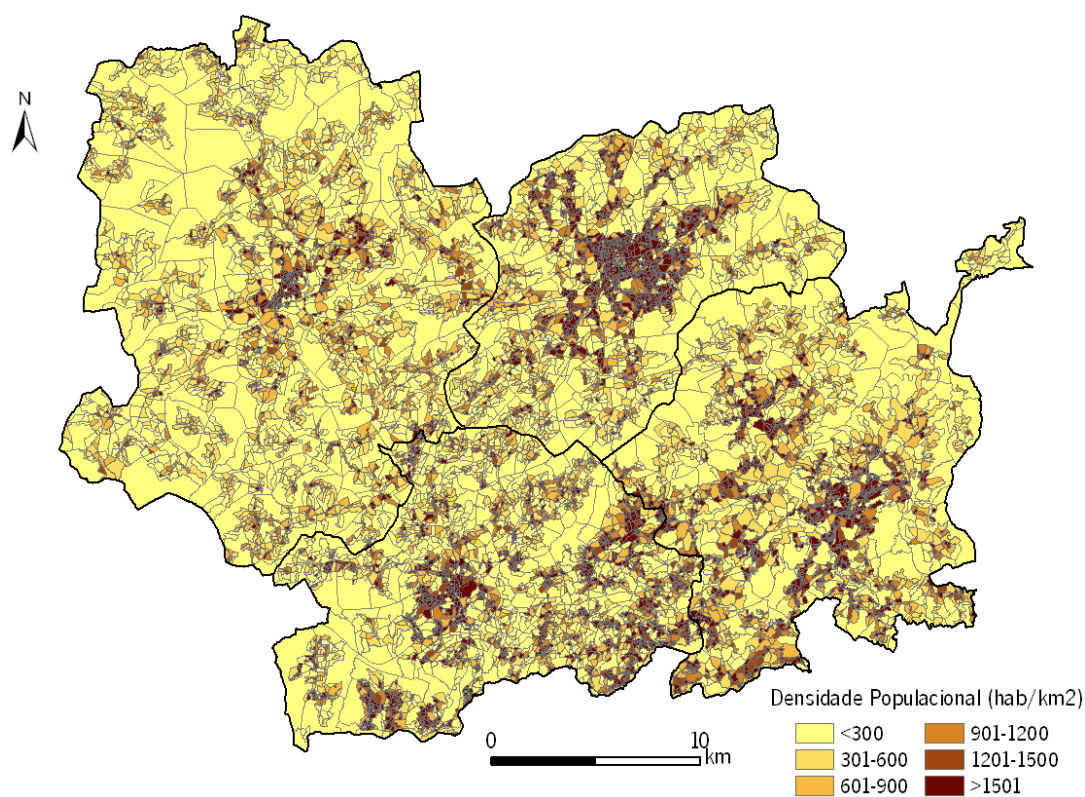


Figura 14: Densidade populacional no Quadrilátero

As maiores densidades observavam-se nas subsecções localizadas nos centros das cidades, sobretudo de Braga e de Guimarães. No outro extremo, as menores densidades populacionais ocorriam nas freguesias rurais e mais periféricas dos municípios de Barcelos e de Guimarães, com valores inferiores a 20 hab/km<sup>2</sup>. As diferenças detetadas na densidade populacional mostram a forte clivagem que existe na ocupação do território. Em oposição aos menores valores identificados em Barcelos, município de características mais rurais e com um menor índice de ocupação, contrapõe-se Braga, centro que exerce uma forte polarização sobre as freguesias envolventes, bem como o setor sul dos municípios de Vila Nova de Famalicão e de Guimarães, onde as taxas de urbanização e a densidade populacional são mais elevadas. Alguns estudos (como o de Ramos e Silva, 2007) demonstram mesmo que o Quadrilátero apresenta características como densidade populacional, contínuo urbano e proximidade ao Porto que, na prática, colocam este território como o limite norte da Área Metropolitana do Porto (AMP).

Para além da dimensão populacional, o Quadrilátero apresenta outras vantagens do ponto de vista demográfico. As cidades estão localizadas em duas das NUT's III mais jovens do país (Barcelos e Braga no Cávado; Guimarães e Vila Nova de Famalicão no Ave). Segundo o INE (2012), a percentagem de população jovem residente no Quadrilátero (16,2%) era superior à média verificada no continente (15,6%) e na região norte (15,1%). Porém, as estatísticas revelam outros fenómenos que estão em curso no território. Um deles prende-se com o aumento do índice de envelhecimento, que se agravou ao longo da última década em mais 28,8 pp (pontos percentuais). Paralelamente assistiu-se a uma degradação da taxa de crescimento natural, que passou de 6,3‰ para 2,6‰, em consequência da descida da taxa de natalidade (-3,4 pp no período de 2001/11) e do aumento da taxa de mortalidade (+0,3 pp). Portanto, o crescimento populacional médio de 12% registado nos quatro municípios ficará a dever-se ao saldo fisiológico positivo, mas também a fluxos migratórios, embora a ausência de dados à escala concelhia impeça uma interpretação mais aprofundada da magnitude deste último fenómeno.

Um dos aspetos mais negativos prende-se com os baixos níveis de instrução da população residente. Em 2011, 60% dos residentes no Quadrilátero apenas tinham concluído um dos três níveis da instrução básica, ao que se somava um valor significativo de população sem qualquer nível formal de instrução (17,5%). Este problema agudiza-se quando os territórios de comparação apresentam índices de instrução mais elevados. Por exemplo, a proporção de população com um curso superior no Quadrilátero (10,2%) era claramente inferior ao verificado na região norte (13,5%) e no continente (15,6%). Ainda assim é de salientar que ao longo da

primeira década deste século se assistiu a um progresso notável dos níveis de instrução da população do Quadrilátero, com um recuo de 39% da população sem nível de escolaridade, enquanto o número de indivíduos com um curso superior quase duplicou. No cômputo geral, a população urbana detinha melhores níveis de qualificação do que a restante população municipal, sendo de destacar a substancialmente mais baixa percentagem de população sem qualquer nível de instrução (2,9%) e a maior proporção de indivíduos com curso superior (19,4%). Neste último caso, Braga distinguia-se por ser a cidade com os recursos mais qualificados do Quadrilátero (22% da população tinha um curso superior).

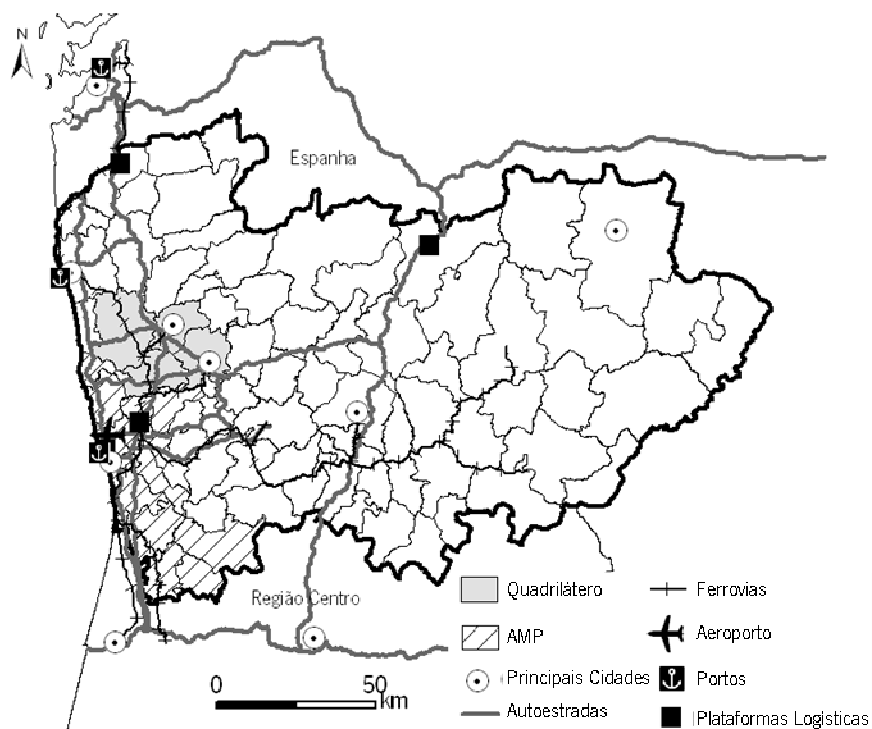
No que respeita à estrutura ativa da população, constata-se que a taxa de atividade se fixava nos 51%, tendo diminuído face a 2001, por ação do envelhecimento demográfico. Ainda assim, o valor desta taxa era superior ao registado na região norte e no continente (que era de 47,6% em ambos os casos). A proporção de população empregada no Quadrilátero era de 44,2%, apresentando também um valor superior ao verificado na região norte (40,7%) e no continente (41,3%). O valor da população empregada diminuiu 8% face a 2001, tendo descido em todos os municípios, exceto em Braga. A distribuição da população empregada por setores de atividade nos quatro municípios revelava um padrão semelhante, havendo um predomínio dos serviços na geração de emprego, sobretudo nas cidades (davam emprego a 69% dos residentes) e uma quase total insignificância das atividades do setor primário. O setor transformador representava 45% do emprego, sendo um valor que fica muito acima do registado quer na região norte (35,5%), quer no continente (26,9%). Estes valores são elucidativos do caráter fortemente industrializado do território. Barcelos era o município onde mais população estava empregada no setor transformador (54,3%), ao passo que Braga era o caso onde mais pessoas exerciam atividade nos serviços (69,4%).

No Quadrilátero, no período compreendido entre 2001/11, assistiu-se a uma forte subida da taxa de desemprego, tendo o seu crescimento mais que duplicado em todos os municípios. Em termos relativos, a taxa de desemprego, em 2011, foi de 13,7%, fixando-se acima do valor registado no continente (13,2%), mas abaixo do obtido na região norte (14,5%). No entanto, notam-se algumas assimetrias internas, com os valores mais elevados a ocorrerem nos dois municípios do Ave, onde em Guimarães atingia quase os 15%. Tal facto poderá estar relacionado com a grande concorrência que os setores ditos tradicionais, fortemente implantados no vale do Ave, têm sofrido, o que levou ao encerramento de muitas empresas. Braga foi o município que mostrou maior resiliência ao fenómeno da subida do desemprego.



### 6.2.2. Articulação e coesão territorial

Do ponto de vista territorial, o Quadrilátero localiza-se na região Noroeste de Portugal, tendo uma localização estratégica no seio da Euro região norte de Portugal/Galiza (Figura 15).



Fonte: elaboração própria a partir de várias fontes.

Figura 15: Enquadramento regional do Quadrilátero

À escala regional, o Quadrilátero ocupa um território de charneira entre a AMP e a zona fronteiriça e as cidades galegas localizadas a norte. Este território é atravessado por um conjunto de eixos rodoferroviários que são estruturantes no que respeita às ligações nacionais e internacionais. São os casos das autoestradas: A3/IP1 (E-1), que tem continuidade quer para o lado espanhol (AP-9) até à cidade da Corunha, quer para sul através da A1/IP1 (E-01) para Lisboa; da A7/IC5 (E805), que constitui um eixo transversal de ligação do litoral a Trás-os-Montes e à fronteira de Vila Verde da Raia, onde tem conexão com a autovia A52, que permite a articulação com Madrid; e da A11/IC14 que, com um traçado mais longitudinal, liga o litoral à A4/IP4, a Sudeste. Em termos ferroviários, o Quadrilátero é atravessado pela linha do Minho que tem conexões com a restante rede nacional, bem como, a partir de Valença, com a rede espanhola. O traçado previsto da rede de velocidade alta, com a inclusão de uma estação em Braga, será importante para reduzir a distância-tempo das deslocações tanto à escala regional (inclusive com a Galiza), como ao nível do restante território nacional.

Para além dos eixos estruturantes, este território encontra-se nas proximidades de várias infraestruturas logísticas que estão instaladas na região norte. Assim, o Quadrilátero localiza-se num raio inferior a 40 km dos portos de Viana do Castelo e de Leixões (e dos respetivos terminais ferroviários), do aeroporto do Porto e da futura plataforma logística da Maia/Trofa. A proximidade a estas infraestruturas faz com que o Quadrilátero seja um território competitivo, uma vez que fica no intervalo da distância aceitável definida por Ramos e Mendes (2001) para a atração de empresas. Além disso, o Quadrilátero encontra-se relativamente próximo e tem bons acessos aos postos fronteiriços e respetivas plataformas logísticas de Valença e de Chaves.

Passando a uma análise mais detalhada à escala do Quadrilátero, verifica-se que as quatro cidades da rede distam entre si cerca de 20 km, estando ligadas por uma malha articulada de importantes eixos rodoviários de sentido sul/norte (IP1/A3) e de orientação oeste/este (A7 e A11). Através destas rodovias (Figura 16), as ligações entre cada par de cidades rondam os 15 minutos. Em termos globais, a rede de autoestradas que atravessa o Quadrilátero perfaz 120 km de extensão. De salientar que as redes propostas pelo Plano Rodoviário Nacional (PRN) de 2000 para a área do Quadrilátero, em termos de IP's e de IC's, estão concluídas. As cidades de Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão encontram-se a menos de 5 minutos de um IP, enquanto Barcelos situa-se nesse intervalo de tempo do IC14 (A11). As curtas distâncias-tempo a que as sedes dos municípios se encontram da rede rodoviária principal são esclarecedoras da boa acessibilidade rodoviária que as cidades do Quadrilátero usufruem. Num nível intermédio, as ligações rodoviárias são asseguradas pela rede de estradas nacionais e regionais, cujo traçado soma 132 km e 79 km, respetivamente. Estas estradas correspondem às antigas vias que eram utilizadas nas deslocações à escala municipal e regional, mas atualmente estão mais remetidas para uma função de âmbito municipal, fazendo a conexão entre os centros urbanos e as freguesias periféricas dos municípios e articulando os itinerários principais e complementares com a rede local. As estradas municipais (na Figura 16 surgem apenas as mais importantes) correspondem a vias de nível inframunicipal, algumas das quais resultam de antigas estradas nacionais que foram desclassificadas e que são, atualmente, tuteladas pelas autarquias, como as EM's 305, 306, etc. A um nível inferior existe ainda a extensa rede capilar das vias de acesso local, que formam uma retícula muito apertada e ramificada por força da elevada dispersão urbana (Figura 19).

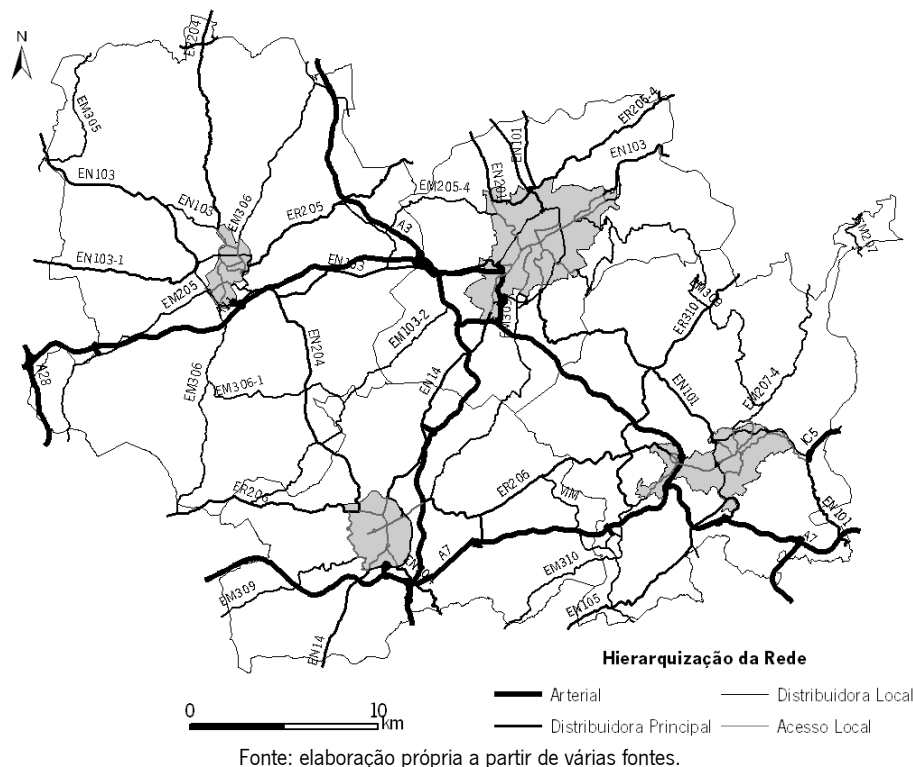


Figura 16: Rede viária principal do Quadrilátero

A rede ferroviária (Figura 17) contribui bastante menos para a articulação do Quadrilátero, devido ao facto de não estar fechada e por existirem diferentes serviços prestados. Apesar do tipo de ferrovia ser igual nos quatro municípios (ferrovia pesada em bitola ibérica), a ligação de Braga ao Porto pertence à rede ferroviária principal, enquanto as ligações daquela linha a Guimarães e a Barcelos fazem parte da designada rede complementar. Em termos de serviço prestado, verifica-se que Barcelos é a única cidade do Quadrilátero que não está integrada nos Urbanos do Porto, nem se beneficia de qualquer serviço de comboio rápido (Alfa ou Intercidades). Além disso, é o único município onde a linha ainda não foi remodelada, permanecendo sob a forma de via única não eletrificada (a partir da estação de Nine). Por seu turno, Guimarães não tem uma ligação direta com as restantes cidades e não existe conexão ferroviária entre esta cidade e Braga. O desenho da rede e os serviços prestados não foram, de facto, planeados para articular estes quatro municípios/cidades, estando mais orientados para as ligações ao Porto. As fortes debilidades existentes na rede e no serviço ferroviário deste território resultam, em grande medida, da aposta que foi feita no transporte rodoviário ao longo das últimas duas décadas em detrimento do investimento na ferrovia. Na situação atual, as cidades/municípios de Braga e de Vila Nova de Famalicão são aquelas que beneficiam de uma melhor articulação ferroviária, em termos de distância-tempo, de distância-custo e do número de

ligações existentes. No outro extremo, as ligações de Guimarães com as outras cidades não têm qualquer viabilidade (obrigam a pelo menos um transbordo e a viagens com mais de duas horas de duração no caso da ligação a Barcelos).

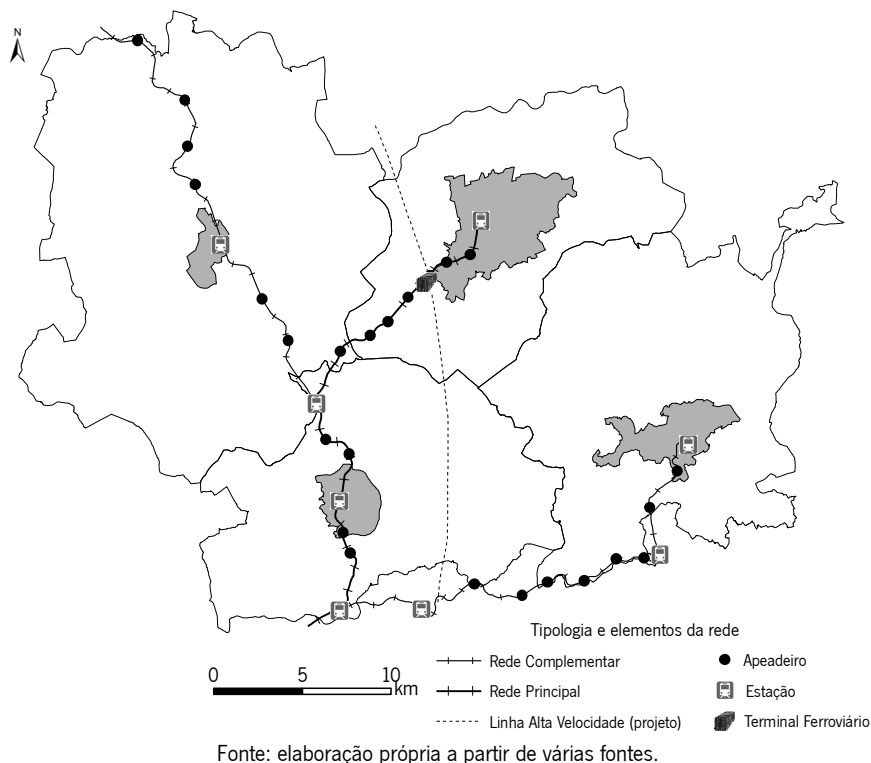


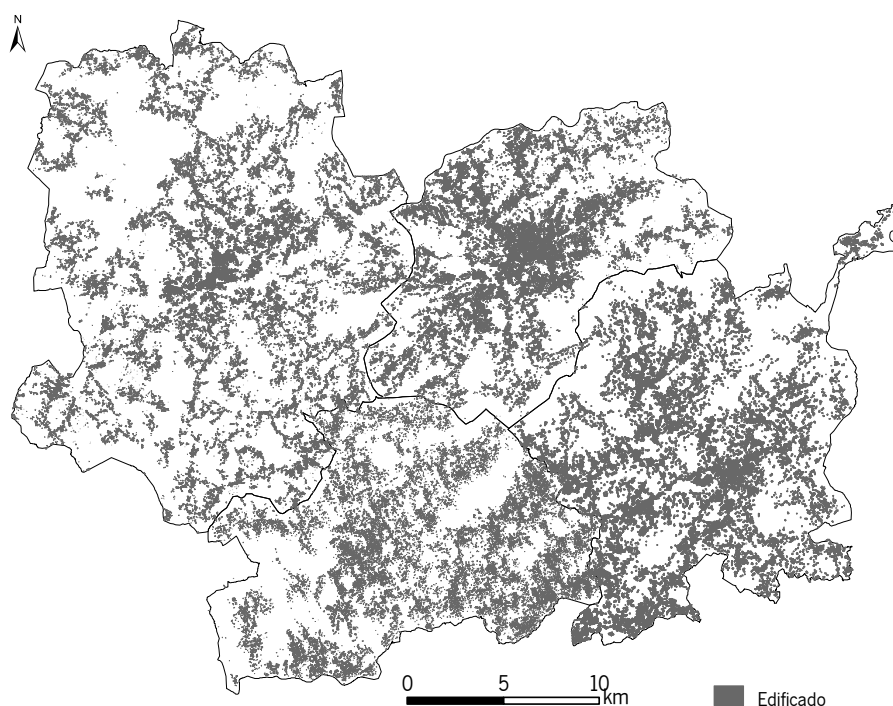
Figura 17: Rede e infraestruturas ferroviárias no Quadrilátero

No Quadrilátero existe uma média de 72 km ferrovia/1000 km<sup>2</sup> de superfície, sendo uma relação que fica muito acima da registada na região norte (24 km ferrovia/1000 km<sup>2</sup>). Nos quatro municípios estão instaladas seis estações ferroviárias, 24 apeadeiros e um terminal ferroviário de mercadorias em Tadim/Aveleda (Braga). Este terminal ferroviário assume alguma importância estratégica, devido à sua proximidade a outras infraestruturas logísticas existentes nas proximidades (mercado abastecedor e AAE de Celeirós), pelo que este terminal poderá ser a âncora de uma futura plataforma logística de importância sub-regional (CCDRN, 2009b). Por último, o traçado previsto para a linha de velocidade alta da ligação Porto/Vigo inclui a existência de uma estação em Braga, o que poderá melhorar a acessibilidade ferroviária desta cidade (e do restante território do Quadrilátero).

No que respeita a outras infraestruturas de comunicação, um dos projetos mais emblemáticos consiste na instalação de uma rede de 245 km de fibra ótica, que irá interligar os quatro municípios. A construção desta infraestrutura de comunicações é considerada

fundamental para reforçar a articulação dos quatro municípios/cidades, para promover o acesso dos munícipes a um conjunto alargado de serviços e para captar investimentos, nomeadamente em setores tecnológicos (Quadrilátero, 2008).

O Quadrilátero, à semelhança da região envolvente, é um território de urbanização difusa. Desde logo, verifica-se que há um estreito paralelismo entre a densidade populacional e o espaço urbano construído, como se pode constatar pela análise da Figura 18, que representa a distribuição da edificação no Quadrilátero.



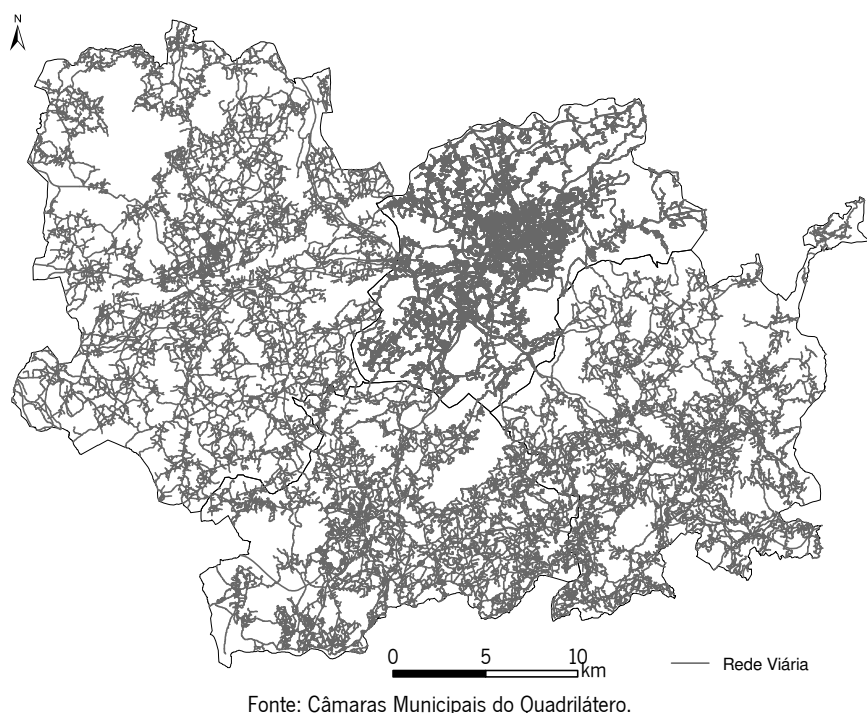
Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero.

Figura 18: Área edificada no Quadrilátero

As áreas mais densamente urbanizadas coincidem com as áreas de maior densidade populacional, sendo de destacar pela sua dimensão, a mancha correspondente ao espaço urbano contínuo da cidade de Braga. Por outro lado, a Figura 18 evidencia a forte implantação do espaço urbanizado descontínuo por todo o Quadrilátero, sobretudo no seu setor sul, que constitui o melhor exemplo da designada *urbanização extensiva* (Domingues, 2008), que corresponde ao somatório de muitas áreas de dimensão desigual, que estão distribuídas de forma descontínua e muito próxima. O processo de crescimento destes espaços fragmentados (rural/urbano) resulta tanto de lógicas de proximidade e de contiguidade, como de lógicas relacionais de geografia variável.

A urbanização difusa tem sido alimentada (e tem estimulado), a expansão da rede viária e das demais infraestruturas, com todos os custos que lhe estão associados. Como refere Domingues (2008), neste território, as estradas municipais e as demais vias de acesso local formam uma malha muito apertada e densa (Figura 19), que constitui o suporte ou a ossatura do povoamento, de que resulta um padrão filigranar que associa a rede viária e a edificação.

Esta elevada ramificação da rede viária tem aumentado a porosidade do território à construção. O edificado tem coalescido de forma linear ao longo das estradas, surgindo, no interior desta malha as hortas e os campos agricultados. O traçado recente das autoestradas e os acessos aos respetivos nós, que surgem como “agrafos entre a malha reticular e a malha arterial” (CCDRN, 2009c:64), constituem um elemento de forte rutura sobre a malha capilar pré-existente, seja no âmbito da urbanização dispersa, seja junto dos núcleos urbanos mais densos.



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero.

Figura 19: Rede viária principal, secundária e capilar no Quadrilátero

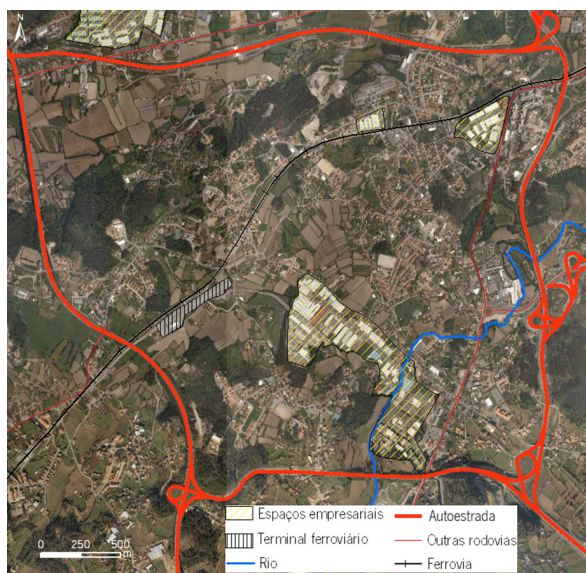
No Quadrilátero há vários exemplos destas estruturas territoriais contrastantes. Um deles surge junto ao nó da A11/A3 em Martim (Barcelos), que articula duas autoestradas num território onde a urbanização está fortemente estruturada pela rede reticular e a paisagem é marcada pelo minifúndio (Figura 20). No entanto, este nó está já a atrair para as suas imediações a localização de novas atividades e de serviços.



Fonte: CCDRN (2009c).

Figura 20: Impacto territorial das novas redes arteriais (nó da A3-A11, Barcelos)

Outro exemplo que mostra as dificuldades em conciliar políticas urbanísticas em territórios com as várias escalas de urbanização encontra-se no setor sul da cidade de Braga (Ferreiros, Celeirós, Aveleda). Nesta área (Figura 21), que é cortada pelo vale do rio Este, coexistem vários nós de ligação da A3/A11, troços de vias arteriais que funcionam como circular urbana, linha, estação e apeadeiros de caminho de ferro, áreas empresariais e uma malha edificada que se estruturou ao longo da EN14, de que resultou o espraiamento para sul da cidade.



Fonte: elaboração própria a partir de várias fontes.

Figura 21: Rede arterial densa e aglomerações funcionais no setor sul da cidade de Braga

Com maior ou menor intensidade, este fenómeno é extensivo a todo o Quadrilátero. Com a facilidade promovida pela construção da rede arterial e com a disponibilidade de infraestruturas,

assistiu-se a um aumento das pressões construtivas no território situado entre as cidades. O que num modelo simples era um crescimento urbano em *mancha de óleo* a partir dos principais centros urbanos pré-existentes, é atualmente um processo mais complexo, onde a nova construção tanto se situa junto aos nós das autoestradas, como ao longo das estradas nacionais/municipais, que funcionam cada vez mais como ruas, quer ainda nos vastos interstícios existentes entre os lotes edificados. As melhorias verificadas ao nível da acessibilidade e da infraestruturização do território têm levado ao desenvolvimento de novas funcionalidades, que atraem emprego e atividades e que, antes, só existiam nos centros das cidades. Aplica-se aqui, portanto, o modelo das *Edge Cities* proposto por Garreau (1991). O Quadrilátero é, portanto, um território típico de urbanização/industrialização difusa, onde as quatro cidades (sobretudo Braga) funcionam como aglomerados de serviços mais ou menos especializados e diversificados.

### **6.2.3. Potencial económico**

Do ponto de vista económico, o Quadrilátero insere-se numa região de fortes raízes empresariais. A par de indústrias de perfil tradicional e de natureza familiar, assiste-se à afirmação de setores de excelência, muito competitivos internacionalmente (sistemas e tecnologias de informação, *software*, saúde, nanotecnologias, agroalimentar, etc.) e a um esforço de modernização dos setores dominantes na região (têxtil, vestuário e calçado). Como é referido no Plano Estratégico de Cooperação (Quadrilátero, 2008), a reestruturação e a modernização do tecido empresarial industrial ainda não é um fenómeno generalizado, devido à prevalência de setores tradicionais em crise de renovação. Daqui resultam vários impactos socioeconómicos (desemprego, baixos níveis de produtividade e de rendimento, etc.) e territoriais (espaços industriais em declínio, localização difusa das empresas, etc.). Este padrão está associado ao modelo de imitação de atividades que singrou no vale do Ave e do Cávado, baseado nos baixos custos da produção, quando o que é atualmente desejável é um modelo de inovação, assente na diferenciação e na qualidade dos produtos (Amaral, 2012). Nos setores ditos tradicionais continuam a predominar microempresas caracterizadas pela falta de competências humanas e organizativas, que têm limitado o surgimento de novas estratégias de cooperação empresarial, intersetorial e de inovação. O projeto do Quadrilátero a par de algumas iniciativas entretanto implementadas, como a constituição do polo de competitividade da moda sediado em Vila Nova de Famalicão, constituem uma oportunidade para promover uma *clusterização* empresarial capaz de gerar



elevados ganhos de eficiência coletiva, superando assim os problemas associados à falta de dimensão e à insuficiente modernização destes setores.

De acordo com o INE (INE, 2010), no Quadrilátero estavam localizadas 54279 empresas, das quais 7911 eram indústrias transformadoras (Quadro 6). Do ponto de vista estatístico, importa desde já diferenciar a noção de *empresa* da de *sociedade*. As empresas têm uma abrangência mais lata, pois englobam as sociedades, as empresas em nome individual e os profissionais liberais. Por seu turno, as sociedades são entidades que têm por objeto a prática de atos de comércio e que adotam uma das tipologias previstas no Código das Sociedades Comerciais (anónimas, por quotas, etc.). As estatísticas utilizadas daqui em diante no estudo referem-se apenas às sociedades existentes no Quadrilátero, doravante se continue a utilizar o termo empresa por uma questão de comodidade. Esta opção justifica-se por as sociedades integrarem as entidades de maior dimensão (excluindo, por exemplo, os profissionais liberais) e para haver uma maior conformidade com a análise realizada nos Subcapítulos seguintes, onde se recorre ao Sistema de Contas Integradas das Empresas (INE, 2011), que utiliza as sociedades como elemento-base.

Quadro 6: Indicadores económicos do Quadrilátero no contexto da região norte

| Indicadores   | Quadrilátero | Contribuição para a região norte |
|---|--------------|----------------------------------|
| Total de empresas                                   | 19531        | 17,1%                            |
| Indústrias transformadoras                          | 4722         | 23,6%                            |
| Pessoal ao serviço no total de empresas             | 182151       | 18,2%                            |
| Pessoal ao serviço nas indústrias transformadoras   | 89943        | 25,8%                            |
| Indústrias com menos de 10 trabalhadores            | 2727         | 15,6%                            |
| Pessoal ao serviço/indústria (valor médio)          | 19,0         | (17,1)                           |
| Volume de negócios das empresas                     | 14116,8 M€   | 16,5%                            |
| Volume de negócios das indústrias transformadoras   | 5495,9 M€    | 21,8%                            |
| Valor das exportações de mercadorias (ind. transf.) | 2772,0 M€    | 26,2%                            |
| Valor das importações de mercadorias (ind. transf.) | 955, 4 M€    | 18,0%                            |
| Saldo comercial (ind. transf.)                      | 1816,6 M€    | (2334,9 M€)                      |
| Poder de compra <i>per capita</i>                   | 83,2         | (86,2)                           |
| Percentagem poder compra no país                    | 4,8          | (30,4)                           |

Fonte: INE (2009, 2010, 2011).

Feitos estes esclarecimentos, verifica-se que, em 2009, das mais de 54000 empresas registadas, o número de sociedades se restringia a 19531, das quais 4722 eram indústrias. As empresas localizadas no Quadrilátero eram responsáveis por um volume de negócios de 14117 M€. O volume de negócios das empresas e a base produtiva de cada um dos quatro municípios apresentavam algumas diferenças (Figura 22).

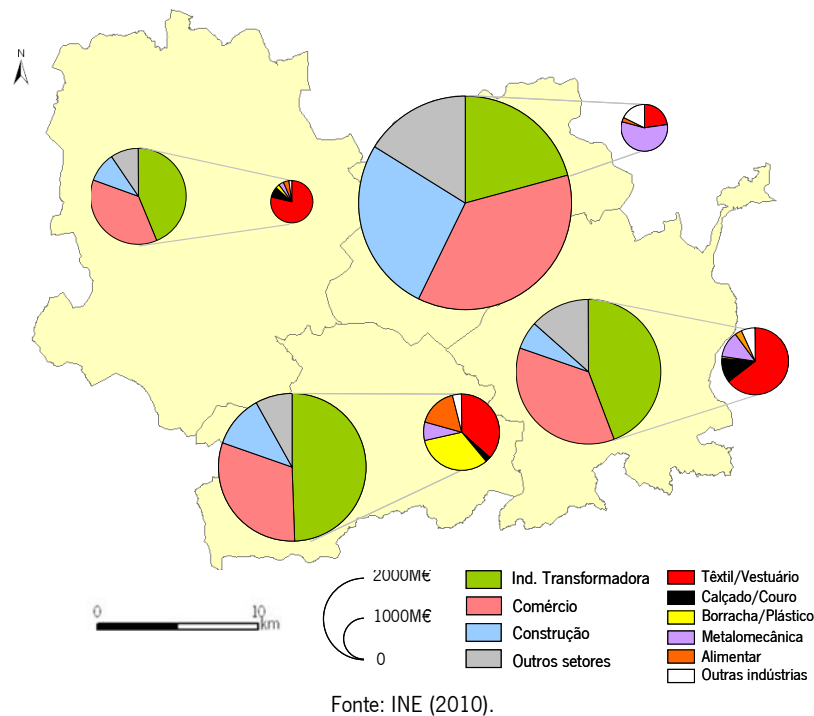


Figura 22: Volume de negócios das empresas localizadas no Quadrilátero

No conjunto dos diversos setores, as empresas de Braga eram aquelas que geravam o maior volume de negócios (mais de 5000 M€), valor que correspondia a mais do dobro do volume de negócios obtido pelas empresas de Barcelos. Por outro lado, Braga destacava-se como o município onde o volume de negócios provinha de uma base empresarial mais diversificada. Neste caso, o comércio era a atividade que gerava um maior volume de receitas. Alguns setores, como a construção, as atividades imobiliárias e de saúde/educação davam um contributo superior ao verificado nos restantes municípios, o que reforça a ideia de Braga ser o principal centro de serviços do Quadrilátero.

No caso concreto da indústria transformadora, o volume de negócios gerado pelas empresas do Quadrilátero (5496 M€) era muito significativo no contexto regional e nacional. Basta ver que o Quadrilátero acolhia 17 empresas transformadoras que ocupavam o *top ten* do *ranking* nacional das empresas com maior volume de negócios (AEP, 2011). Ou que as empresas do Quadrilátero ocupavam, em diversos setores de atividade, uma posição privilegiada no *ranking* do volume de negócios, sendo que em cinco desses setores, o *ranking* nacional era mesmo liderado por empresas do Quadrilátero (Quadro 7). A liderança abrangia desde os setores mais tradicionais (têxtil, vestuário e calçado) aos setores ligados aos equipamentos elétricos e ao fabrico de artigos de borracha.

Quadro 7: Empresas no Quadrilátero com maior volume de negócios por setor de atividade

| Setor                   | Empresa                                      | Volume de Negócios | Ranking Nacional | Município              |
|-------------------------|--|--------------------|------------------|------------------------|
| Alimentar               | Primor, Charcutaria-Prima                    | 66 M€              | 36°              | Vila Nova de Famalicão |
| Têxtil                  | Coindu, Componentes Indústria Automóvel      | 81 M€              | 1°               | Vila Nova de Famalicão |
| Vestuário               | Polopique, Comércio e Indústria de Confeções | 67 M€              | 1°               | Guimarães              |
| Couro/Calçado           | Gabor Portugal, Indústria do Calçado         | 75 M€              | 1°               | Barcelos               |
| Madeira                 | Castro & Filhos                              | 11 M€              | 32°              | Guimarães              |
| Pasta Papel             | Sebastião & Martins                          | 15 M€              | 26°              | Guimarães              |
| Produtos químicos       | Polibras Abrasivos e Polimentos              | 4 M€               | 98°              | Guimarães              |
| Prod. borracha/plástico | Continental Mabor                            | 597 M€             | 1°               | Vila Nova de Famalicão |
| Minerais não metálicos  | A Cimenteira do Louro                        | 17 M€              | 42°              | Vila Nova de Famalicão |
| Metalúrgicas            | Navarra – Extrusão de Alumínio               | 61 M€              | 9°               | Braga                  |
| Produtos metálicos      | Amrol – Alfa Metalomecânica                  | 57 M€              | 6°               | Guimarães              |
| Máquinas e equipamentos | Petrotec – Inovação e Indústria              | 17 M€              | 20°              | Guimarães              |
| Equip. elétrico e ótica | Bosch Car Multimédia Portugal                | 587 M€             | 1°               | Braga                  |
| Veículos automóveis     | Leonische Portugal Indústria de Cablagens    | 33 M€              | 31°              | Guimarães              |
| Mobiliário e colchões   | Iduna, Comércio e Indústria de Mobiliário    | 5 M€               | 47°              | Braga                  |

Fonte: AEP, 2011.

As indústrias de Vila Nova de Famalicão eram as que geravam maior volume de negócios (1805 M€), ao que se seguiam as de Guimarães (1582 M€). Apesar disso, o tecido empresarial dos dois municípios do Ave apresentava diferenças assinaláveis. Em Guimarães, o setor têxtil era ainda responsável pela maior fatia do volume de negócios (47%), ao passo que em Vila Nova de Famalicão a produção de artigos de borracha e plástico era a mais relevante (33%), sendo ainda de destacar a importância de alguns setores sem paralelo noutros municípios (como o caso do alimentar, que representava 17% do volume total de negócios). A indústria de Braga era a que apresentava uma menor dependência face aos setores ditos tradicionais, sendo mais significativas as indústrias *high tech* e *medium high tech* e o setor da metalomecânica. No caso das indústrias *high tech*, destacava-se o fabrico de equipamentos informáticos, de comunicações, eletrónicos e óticos, que eram os setores que mais contribuíam para o volume de negócios das empresas transformadoras do município (357 M€). As empresas de Braga eram responsáveis por 84% do volume de negócios de todas as indústrias *high tech* do Quadrilátero (Figura 23). Parte deste valor deve-se à atividade de muitas empresas ligadas à informática, facto que tem levado a que a cidade seja considerada a *Silicon Valley portuguesa*. De entre essas empresas destaca-se a Primavera, a Mobicomp (adquirida pela Microsoft), a Edigma, a Dextra Consulting, entre outras. Com um quociente de localização (QL) de 4,6 (considerando o volume de negócios das indústrias *high tech* por comparação ao verificado na região norte), verifica-se que Braga era mais especializada neste setor do que qualquer outro território da região norte. No caso das indústrias *medium high tech*, onde se enquadra um leque mais

alargado de setores (fabrico de equipamentos elétricos, de veículos automóveis, de máquinas e equipamentos, entre outros), o volume de negócios atingia os 472 M€, sendo neste caso as indústrias localizadas em Vila Nova de Famalicão as que mais faturavam (240 M€).

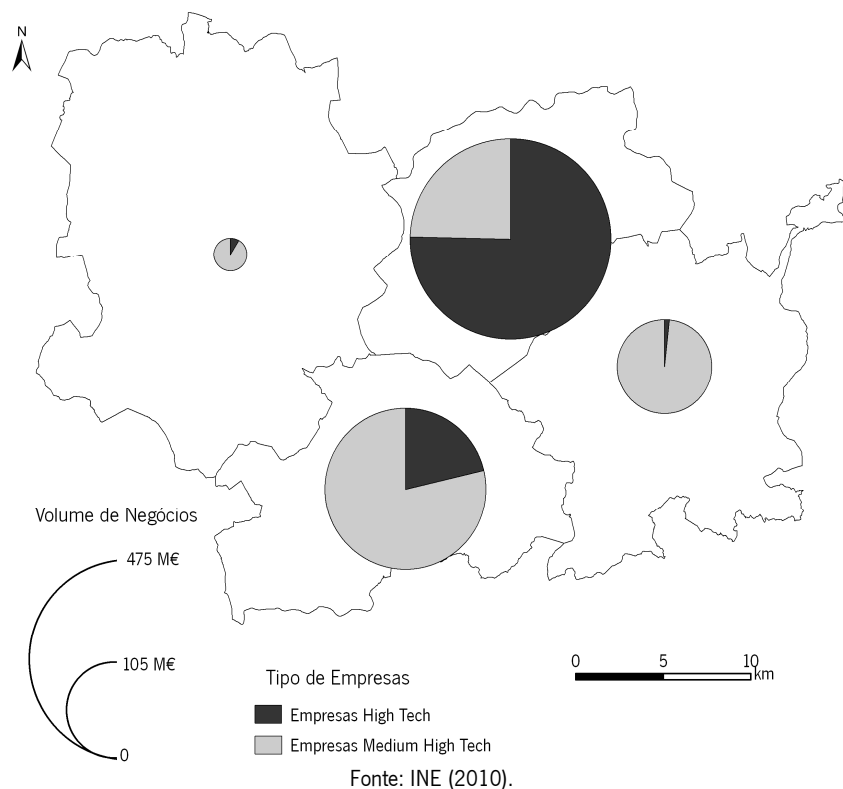


Figura 23: Volume de negócios das empresas localizadas no Quadrilátero

Na globalidade dos setores de atividade, o Quadrilátero tinha um maior índice de especialização em torno da indústria transformadora (QL de 1,3) do que a região norte. A maior especialização, considerando o volume de negócios das indústrias, verificava-se em torno dos setores têxtil (2,9), do vestuário (2,1) do fabrico de artigos de plástico e de borracha (1,9) e da reparação de máquinas e de equipamentos (1,4). Todos os restantes setores industriais do Quadrilátero tinham uma representatividade inferior à da região norte. A elevada dependência dos setores têxtil/vestuário é evidenciada por vários indicadores: representavam 60% do total de indústrias, empregavam 65% dos trabalhadores e geravam 52% do volume de negócios da indústria. Verifica-se, assim, que estes setores tradicionais continuavam a ter uma grande importância na economia do Quadrilátero, com todos os riscos associados à predominância de microempresas, à forte exposição e à concorrência internacional que estas atividades enfrentam.

De acordo com o INE (2010) e com o EUROSTAT (2011), o volume de negócios por trabalhador nas empresas transformadoras do Quadrilátero cifrava-se em 59000€, fixando-se

bastante abaixo da média nacional (98300€) que, por sua vez, era muito inferior à média comunitária (417000€). As grandes discrepâncias encontradas nestes valores que, para Amaral (2012) constituem um dos principais problemas da economia nacional, residem na pequena dimensão das empresas e no reduzido valor acrescentado dos produtos.

Mas, mesmo ao nível do Quadrilátero, este índice revelava significativas disparidades territoriais e setoriais. Com efeito, os menores valores encontravam-se nos municípios de Barcelos e de Guimarães, que eram aqueles onde mais estavam implantados os setores considerados tradicionais. No outro extremo surgia Braga, que tinha um volume de negócios de praticamente 80000€/trabalhador. Em termos setoriais notavam-se também enormes discrepâncias. A produção de artigos de borracha e de plástico evidenciava um volume de negócios por trabalhador (248600€) que era quase sete vezes superior ao do vestuário, o setor pior classificado nesta relação. Nesta análise, os setores considerados tradicionais situavam-se todos abaixo da média de volume de negócios/trabalhador, o que indicia uma menor incorporação de tecnologia, de inovação e de conhecimento no processo produtivo. Outras indústrias bem posicionadas neste *ranking* incluem as metalúrgicas (105300€/trabalhador), as alimentares (74200€/trabalhador) e a fabricação de máquinas e de equipamentos (66000€/trabalhador). Como se pode interpretar a partir da Figura 24, o setor têxtil/vestuário era o que mais contribuía para o volume de negócios do território, mas o volume de negócios obtido por cada trabalhador era o mais baixo de todos os setores, o que atesta o baixo valor final dos produtos obtidos. No campo diametralmente oposto sobressaía a fabricação de artigos de borracha e plástico, mas também outras atividades como a indústria alimentar, da madeira e dos minerais não metálicos.

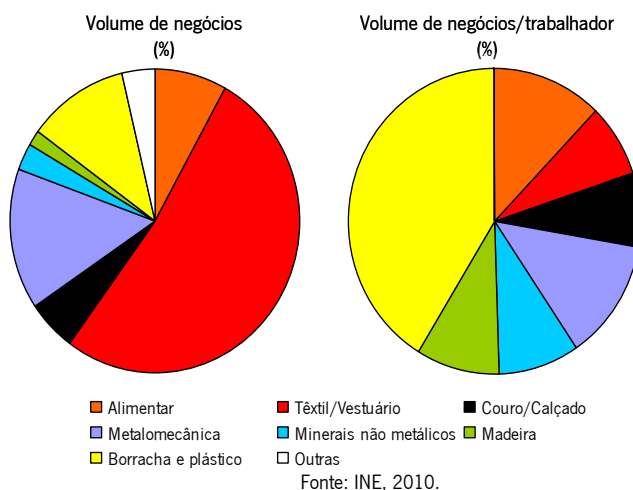


Figura 24: Comparação do volume de negócios setorial e por trabalhador no Quadrilátero

Uma das notas dominantes da economia do Quadrilátero é a sua forte exteriorização, que está associada à grande massa de exportações de bens transacionáveis e ao elevado volume de negócios. Com um valor declarado de 3442 M€, as mercadorias exportadas pela totalidade das empresas do Quadrilátero representavam 26% do total exportado pelos 86 municípios da região norte em 2009 (que contribuíam para 36% das exportações nacionais). O saldo comercial do Quadrilátero (1494 M€) era um dos mais favoráveis de toda a região norte (INE, 2010).

A evolução recente da indústria transformadora mostra que há um conjunto de setores que têm aumentado significativamente o seu volume de negócios (Figura 25).

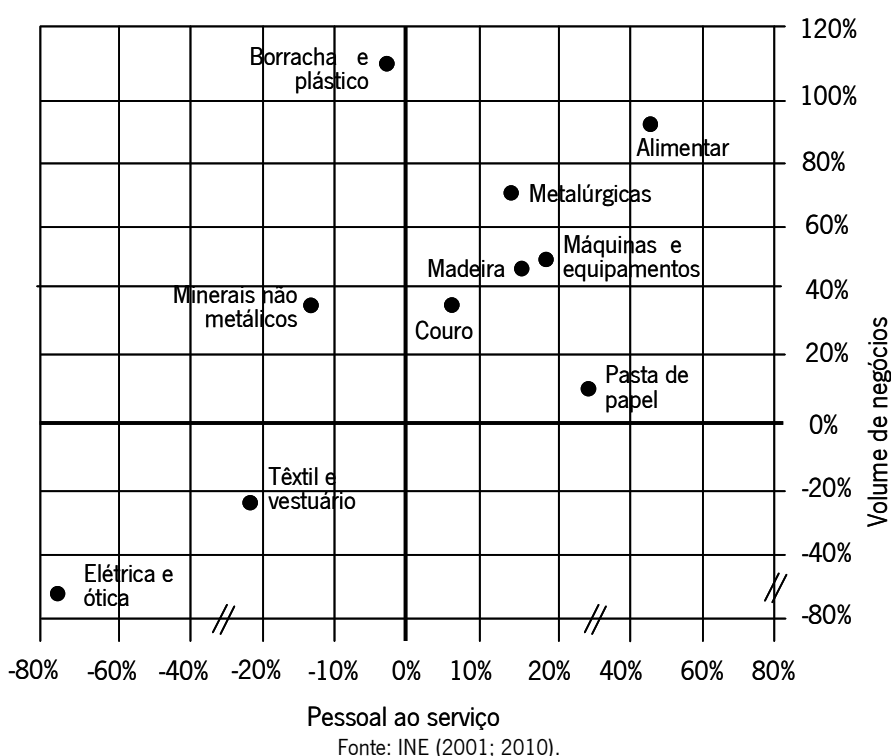


Figura 25: Dinâmica setorial recente na indústria do Quadrilátero (2000/2009)

A comparação dos valores de pessoal ao serviço e do volume de negócios da indústria no Quadrilátero entre 2000 e 2009 mostra que há um conjunto de setores que se tem tornado mais relevantes no contexto da economia local. A indústria alimentar, as metalúrgicas, a produção de máquinas e de equipamentos, a indústria da madeira e do calçado registaram aumentos muito assinaláveis quer do número de trabalhadores, quer do volume de negócios. Neste último indicador, as indústrias alimentares e as metalúrgicas tiveram mesmo acréscimos superiores a 50% face ao observado em 2000. Também com acréscimos significativos do volume de negócios surgem as indústrias da borracha e plástico e a produção de minerais não metálicos, embora

nestes dois setores tenha havido uma diminuição do pessoal ao serviço. Os desempenhos mais negativos verificaram-se nos setores têxtil/vestuário e no fabrico de equipamentos elétricos e de ótica, que viram recuar tanto o volume de negócios, como o pessoal ao serviço. Estes dados revelam que as indústrias do Quadrilátero conheceram progressos, quer em setores ditos tradicionais (o do calçado é, porventura, o melhor), como nos setores ligados às metalúrgicas, metalomecânicas e às alimentares. Por outro lado, a economia parece estar a sofrer uma *desalavancagem* em torno da indústria têxtil, que perdeu importância económica durante a última década, fenómeno ao qual não será alheia a enorme concorrência mundial em fatores tradicionais da competitividade-custo (baixos salários e produtos de baixo valor).

Por último, nota para o facto de, em 2007, o poder de compra *per capita* dos quatro municípios situar-se abaixo do verificado na região norte (que por sua vez era inferior ao do país), embora o valor registado em Braga fosse superior à média regional e nacional (INE, 2009). Já em relação à percentagem do poder de compra, que exprime o peso de cada município no poder de compra total do país (que é de 100), o contributo do Quadrilátero era de 4,8.

#### **6.2.4. Quadro institucional**

Do ponto de vista institucional, o Quadrilátero acolhe um conjunto de instituições com enorme potencial para suportar o desenvolvimento económico do território, como as instituições de ensino superior e os centros tecnológicos (Figura 26). Com efeito, nas quatro cidades do Quadrilátero estão instaladas instituições de ensino superior, sendo de destacar a Universidade do Minho (com polos em Braga e Guimarães), que é “um dos mais dinâmicos e organizados centros de transferência de tecnologia e de promoção do empreendedorismo de base tecnológica do país” (Quatenaire, 2006:48), nomeadamente ao nível da engenharia de polímeros, de materiais, de *software*/programação e das tecnologias dos materiais e processos têxteis. Das atividades de investigação da Universidade do Minho têm surgido diversas *spin-offs* e *start-ups*, de forte pendor tecnológico e de vocação internacional. O parque de ciência e tecnologia Avepark constitui igualmente uma instituição de referência no Quadrilátero e na região, cuja missão é a I&D e a transferência de tecnologia para um vasto leque de organizações, nomeadamente para as empresas. No Avepark, para além de estar instalada um incubadora de empresas (Spinpark), estão implantadas diversas empresas de base tecnológica (como a Stematters, a Newtextiles, CriticalMaterials, Ecofoot, etc.). O CITEVE (Centro

Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal) constitui o caso de outra instituição de referência, que procura fomentar a qualidade e a inovação nas indústrias têxtil e do vestuário, através do reforço da componente tecnológica e da inovação nestes setores. Trata-se de um centro tecnológico reconhecido internacionalmente onde, todos os anos, são desenvolvidos milhares de testes por diversas instituições nacionais e estrangeiras. O Laboratório Ibérico Internacional de Nanotecnologias, o CENTI (Centro de Nanotecnologias de Materiais Técnicos Funcionais Inteligentes), a oficina de inovação BicMinho, o Idite-Minho (Instituto de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica do Minho) são exemplos de outras instituições com potencial para apoiar o surgimento de novas atividades empresariais e para assegurar a necessária transferência de conhecimentos, de inovação e de componente tecnológica para o tecido empresarial do Quadrilátero. Algumas instituições empresariais e de desenvolvimento regional (AiMinho, Adrave, etc.) têm exercido também uma ação importante no apoio ao tecido empresarial na consolidação de fórmulas de cooperação institucional no Quadrilátero.



Figura 26: Instituições mais relevantes instaladas no Quadrilátero

Em termos de tradição de cooperação interinstitucional entre os municípios verifica-se que há uma relativa clivagem entre os municípios do Ave e do Cávado. No Ave, os esforços de concertação de medidas remontam à década de 1980, nomeadamente com a Operação Integrada de Desenvolvimento do Vale do Ave, que foi promovida para fazer face à crise na fileira do têxtil/vestuário. Esta iniciativa introduziu uma perspetiva de ordenamento à escala



intermunicipal, que se aprofundou no Plano Estratégico para o Sistema Urbano do Vale do Ave, que foi realizado em 1994, no âmbito do Programa de Consolidação do Sistema Urbano Nacional (PROSIURB). Ao abrigo desse plano foram concertadas várias medidas como a construção da via intermunicipal entre Joane e Vizela. Esta dinâmica de cooperação no seio da Associação de Municípios do Vale do Ave não tem paralelo nos municípios do Cávado e menos ainda ao nível dos quatro municípios. O projeto do Quadrilátero surge, pois, como uma oportunidade para lançar as bases de uma cooperação institucional e municipal alargada aos quatro municípios e às respetivas NUT's.

### **6.3. O potencial do Quadrilátero em síntese**

O Quadrilátero Urbano configura um projeto territorial que faz todo o sentido, tendo em conta o potencial existente nos quatro municípios. A proximidade física e institucional, a existência de boas ligações, a localização e a idêntica matriz económica, social e territorial surgem como argumentos a favor da consolidação desta rede. Para além de questões de índole social e cultural, o foco deste projeto está no reforço da capacidade competitiva e de internacionalização do território, o que passa, sobretudo, por uma melhoria das condições de articulação da rede, ao nível dos transportes e das comunicações, mas também por uma abordagem integrada que torne mais competitivas as condições de acolhimento do território para um conjunto de públicos-alvo. Neste grupo enquadram-se, por exemplo, as empresas, havendo duas agendas temáticas que visam tornar mais competitivas as condições de acolhimento empresarial do Quadrilátero. Esta tónica justifica-se pelo facto das empresas transformadoras constituírem o motor de desenvolvimento socioeconómico do território. O Quadrilátero é uma área de elevada densidade industrial, fortemente exportadora, onde a par de setores altamente competitivos, surgem microempresas, de cunho tradicional, que continuam a ter, no baixo custo, o seu fator de diferenciação. Assim, apesar dos vários exemplos de empresas que, em diferentes setores de atividade, ocupam as primeiras posições dos *rankings* em termos de volumes de negócio e de exportação à escala nacional, a matriz dominante do Quadrilátero continua a basear-se em microempresas (58%), a maioria delas (60%) pertencentes ao setor têxtil/vestuário. A pequena dimensão do tecido empresarial associada ao perfil produtivo levam a que o índice de riqueza gerado pelo Quadrilátero seja inferior à média nacional, o que significa que, por hora trabalhada ou por tipo de produto, o valor acrescentado é inferior ao do restante território nacional.

A base económica do Quadrilátero revela algumas assimetrias internas: a indústria de Barcelos e de Guimarães é a mais alicerçada nos setores têxtil/vestuário; a de Braga é a mais diversificada e a que tem uma intensificação mais tecnológica e aquela onde os serviços e outros setores (como a construção) têm um peso mais relevante; e o volume de negócios das indústrias dos dois municípios do vale Ave é bastante superior ao dos dois municípios do vale do Cávado.

A consolidação desta rede urbana, numa perspetiva de abordagem integrada de nível supramunicipal, será importante para: rentabilizar o seu potencial e suavizar as diferenças; fortificar as relações de complementaridade entre as empresas numa lógica de *coopetição*; estreitar o relacionamento entre os centros de I&D e o tecido empresarial; e racionalizar as políticas direcionadas para o reforço da competitividade territorial e empresarial. O planeamento das AAE's do Quadrilátero, numa perspetiva supramunicipal, e a definição de um quadro integrado de intervenções nas AAE's, em termos de qualificação e de integração, poderão ser determinantes para tornar a rede do Quadrilátero mais competitiva face aos territórios concorrentes à escala regional e nacional/transfronteiriça.

### **Parte III: Os agentes considerados no modelo**

O modelo proposto no estudo é constituído por duas entidades: as AAE's e as empresas existentes nos quatro municípios. Nesta parte do trabalho descreve-se o processo metodológico utilizado na compilação da informação relativa às AAE's e às empresas. De seguida faz-se uma análise das principais características que estas duas categorias de agentes apresentam. São ainda detalhadas as principais conclusões de um inquérito realizado junto dos empresários, para se aferir o comportamento locativo e o seu grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelos espaços empresariais. O conhecimento pormenorizado das características dos agentes e da sua perceção sobre os espaços onde estão instalados foi fundamental para se conhecer a realidade do tecido empresarial e as condições em que se processa o acolhimento das empresas no Quadrilátero. As informações obtidas com o diagnóstico e com o inquérito foram ainda importantes para estabelecer as normas e as condições que regulam o comportamento locativo dos agentes e o modo de funcionamento do modelo.

## **7. Metodologia utilizada no estudo**

A realização do estudo e a implementação do modelo obedeceram a diversos processos metodológicos. Depois de estabelecidos os objetivos pretendidos com o modelo, a etapa seguinte consistiu em obter dados desagregados sobre as AAE's e sobre as empresas localizadas no Quadrilátero. Uma vez concluída esta tarefa, a fase seguinte foi a de definir as regras de funcionamento do modelo, ao que se seguiu a sua construção e programação. Neste Capítulo descreve-se a metodologia utilizada na recolha de dados. Detalham-se as técnicas utilizadas, as entidades contactadas, as fontes consultadas e as dificuldades sentidas no processo de recolha e no tratamento dos dados.

### **7.1. Metodologia utilizada na recolha de informação das AAE's**

O levantamento de informação relativa às AAE's constituiu a primeira etapa do trabalho. O processo de recolha de informação sobre estes espaços baseou-se num inquérito que foi remetido aos serviços dos quatro municípios (em anexo apresenta-se o formulário). O envio do inquérito foi antecedido por uma reunião mantida com técnicos dos serviços municipais, que serviu para explicar o objetivo do trabalho e o tipo de informação pretendida. Estes inquéritos foram realizados em 2011 (em anexo pode ser consultado o respetivo formulário).

O foco dos inquéritos centrou-se na recolha de informações sobre as AAE's ativas e sobre as estratégias previstas por cada município para o acolhimento empresarial. Em relação aos espaços ativos, houve a preocupação de incluir apenas no estudo as AAE's dedicadas exclusivamente ao acolhimento de indústrias, deixando de lado outras tipologias, como os parques comerciais. Apenas se optou por manter o Parque de Ciência e Tecnologia (Avepark), por se considerar que poderá ter um papel relevante na modernização do tecido produtivo local/regional.

Para cada uma destas AAE's foi solicitado aos municípios que fornecessem um conjunto de indicadores relacionados com as características dos espaços empresariais. Foram solicitadas diversas informações gerais sobre as AAE's e procurou-se aferir a existência de algumas infraestruturas e amenidades. Nas informações gerais, o inquérito pedia informações sobre elementos tão diversos como a identificação, a designação e a localização da AAE, o seu promotor e forma de gestão, a área e o número de lotes ocupados e vagos, o preço do lote, etc. Em termos mais específicos, o inquérito questionava ainda sobre a existência de 16 infraestruturas (rede de água, de saneamento, de fibra ótica, vias internas de circulação, etc.) e de 14 amenidades (recolha de resíduos, transportes públicos, restaurantes, etc.) nas AAE's.

Em relação às estratégias previstas, pretendeu-se identificar as políticas dos municípios para as AAE's, nomeadamente no que respeita à criação de novos espaços e à ampliação dos já

existentes. Esta informação foi relevante para o modelo, uma vez que se pretendia simular o futuro desempenho locativo destes novos espaços, bem como o seu impacto na atratividade das AAE's já instaladas.

A informação obtida com os inquéritos aos municípios revelou-se heterogénea no que respeita à forma e ao conteúdo, o que obrigou a um esforço adicional de uniformização. Um dos problemas detetados foi a diferente interpretação dada pelos serviços municipais à noção de AAE, pois muitas delas foram identificadas com diferentes terminologias (*loteamentos industriais, parques industriais, parques empresariais, zonas industriais e centros de negócios*). Como se referiu no Subcapítulo 2.5, estes conceitos correspondem a diferentes tipologias de espaços. Por isso foi feita uma análise individualizada de cada caso, com o objetivo de uniformizar as tipologias de espaços e de excluir do estudo aqueles que não são vocacionados para a indústria transformadora.

Independentemente da designação utilizada, verificou-se que os municípios interpretaram de forma diferente o conceito de AAE. Com efeito, os municípios identificaram AAE's com origens e dimensões muito desiguais. Foram consideradas AAE's planeadas de raiz, mas também algumas áreas onde se concentra um número variável de empresas, sem que tenham sido planeadas de origem para esse efeito. Normalmente, estes espaços cresceram a partir da localização de uma empresa que, ao longo do tempo, atraiu outras empresas para as suas imediações. No estudo houve a necessidade de se escrutinar quais destes espaços, que se convencionou designar ACE (Áreas de Concentração de Empresas), tinham dimensão e potencial para serem integrados numa estratégia de reordenamento de AAE's à escala supramunicipal. Os que não respeitavam este critério foram deixados de fora do estudo. Outro problema detetado foi a individualização de um excessivo número de AAE's, que estavam na continuidade umas das outras. Por exemplo, na AAE de Vilarinho das Cambas/Lousado, o município de Vila Nova de Famalicão especificou 10 espaços diferentes. Considerou-se que este critério, de separar espaços contíguos, que partilham as mesmas infraestruturas e serviços, não seria o mais correto. Por isso, neste e em idênticos casos, optou-se por diluir os vários espaços numa única AAE, tendo sido este trabalho posteriormente avalizado pelos serviços municipais.

O último problema detetado foi a ausência de respostas a diversas questões colocadas no inquérito, o que comprometia a integração de um grande número de AAE's no modelo. Para ultrapassar este problema foram feitas deslocações a todos os espaços identificados. O trabalho de recolha de dados *in loco* foi relevante sob múltiplos aspetos. Desde logo porque permitiu

obter toda a informação que estava em falta. Em segundo lugar, permitiu corrigir e atualizar alguns dados que tinham sido previamente fornecidos pelos municípios. Em terceiro, foi importante para esclarecer a tipologia de algumas AAE's (loteamento ou ACE), sobre as quais havia dúvidas.

Aquando das deslocações ao terreno, fez-se ainda um inquérito aos empresários localizados nas AAE's. O objetivo deste inquérito aos empresários foi o de aferir o seu grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelo espaço e para se conhecer o seu comportamento locativo passado e as suas intenções locativas futuras. Os inquéritos foram feitos de forma presencial, nos espaços empresariais. O processo de inquirição decorreu nos meses de julho e setembro de 2012, tendo sido feitos um total de 78 inquéritos. Os inquéritos foram previamente estruturados e a amostra segmentada de forma a ser representativa da tipologia, do número de empresas instaladas em cada espaço, da dimensão e do setor de atividade. No Capítulo 9 detalha-se com mais pormenor a forma como foi organizado o processo de inquirição aos empresários (o formulário do inquérito pode ser encontrado nos anexos).

Uma vez concluído o processo de uniformização da informação recebida, o passo seguinte consistiu em delimitar cartograficamente as diversas AAE's/ACE's no ArcGIS. Neste trabalho foi aproveitada e ajustada à nova realidade a informação cartográfica remetida por alguns municípios, enquanto que noutros casos todo o trabalho de delimitação teve que ser feito de raiz. Depois de definir os polígonos, a etapa seguinte foi a de determinar, para cada espaço, um conjunto de indicadores suscetíveis de condicionar o desempenho competitivo de cada um deles: (i) distância a estrada nacional; (ii) distância a nó de autoestrada; (iii) distância a terminal ferroviário (Aveleda); (iv) distância ao aeroporto (do Porto); (v) distância ao porto de mar (Leixões). Estes valores foram introduzidos na respetiva base de dados de cada espaço, tendo sido ligados à tabela de atributos dos polígonos que representam as AAE's.

## **7.2. Metodologia utilizada na recolha de informação das empresas**

A identificação das empresas da indústria transformadora existentes no território constituiu o passo seguinte, sendo que estas entidades são também um elemento nuclear do modelo (os agentes). Ao contrário das AAE's, sobre as quais havia alguns dados, no caso das empresas, a obtenção de uma base de dados desagregada ao nível dos quatro municípios foi mais complexa. A solução encontrada foi a de utilizar o Sistema de Contas Integradas das Empresas, que é compilado pelo Instituto Nacional de Estatísticas (INE, 2011). Trata-se de uma base de dados

que contém informações individualizadas sobre as empresas, onde se incluem, entre outros dados, os relativos à localização, ao tipo de atividade, à dimensão, ao volume de negócios, aos escalões de capital e à natureza jurídica das empresas. Depois de analisadas várias alternativas, concluiu-se que esta base seria a opção mais viável para localizar e analisar as empresas à escala individual. Deste modo, foi solicitada ao INE a base de dados mais recente e que incluísse apenas as empresas do setor transformador. A base fornecida à data do pedido reporta-se a 2009 e contém informação relativa a 4722 empresas.

Um dos problemas que se diagnosticou logo após a receção da base de dados foi a existência de inúmeras lacunas e deficiências na morada, o que dificultaria a localização das empresas. O principal problema relacionava-se com o facto da designação da freguesia ser recorrentemente substituída pela do município, o que se agravava pelo nome de muitas ruas ser comum a várias freguesias. A isto somavam-se erros sistemáticos nos códigos postais, que dificultaram ainda mais a tarefa de identificar a que freguesia pertenciam muitas empresas. Para resolver este problema, foi feito um escrutínio individual das empresas para validar a sua localização. Este trabalho foi feito recorrendo a diferentes motores de busca que contém informações sobre as empresas, pela pesquisa nos respetivos *sites* das empresas ou ainda por contactos telefónicos, sempre que não se conseguiram dissipar as dúvidas através dos outros meios. O número de registos envolvido (4722) dá uma ideia da dimensão de que se revestiu esta tarefa.

Uma vez corrigidas as lacunas diagnosticadas na base de dados, a etapa seguinte foi a de mapear as respetivas empresas. Uma vez que seria impraticável no âmbito do presente estudo, percorrer todo o território do Quadrilátero para levantar as coordenadas correspondentes a cada uma das 4722 empresas através de levantamentos topográficos ou por sistema GPS, optou-se por recorrer a uma técnica alternativa. O método utilizado foi o de marcar os pontos correspondentes a cada empresa diretamente no ArcGIS, utilizando como base os ortofotomapas georreferenciados e de informação geográfica com a toponímia.

Com base na morada indicada para as empresas, a marcação de cada ponto baseou-se em informação geográfica integrada no sistema, nomeadamente através de *layers* que permitem identificar os arruamentos. Como não foi possível obter informação geográfica de todos os arruamentos dos quatro municípios, a marcação de muitos pontos foi realizada com recursos a outros serviços de pesquisa e de visualização de mapas disponíveis na Web, como o *Google Maps* ([maps.google.pt](http://maps.google.pt)) e o *Viamichelin* ([viamichelin.pt](http://viamichelin.pt)). Estas ferramentas, ao facultarem uma

localização através do arruamento e do número de polícia, permitiram que o processo de localização fosse relativamente rigoroso. De salientar ainda que, do universo de empresas que têm *sites*, muitas delas disponibilizam informação adicional sobre a localização (imagens aéreas ou aplicações que possibilitam a sua visualização no *Google Maps*). Como o processo de mapeamento das empresas não foi tão rigoroso quanto se conseguiria através de um levantamento por GPS, admite-se a existência de incorreções. Estas, contudo, são negligenciáveis, tendo em atenção a escala supramunicipal da análise. Deve ainda referir-se que, pela dimensão do número de empresas envolvidas, esta tarefa foi bastante morosa.

Nota ainda para o facto das empresas instaladas nas AAE's provirem da base de dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2011) para haver uma maior conformidade temporal e metodológica (ao nível da recolha de dados) com as restantes empresas (difusas) mapeadas no território.

Por fim, para cada ponto correspondente a cada empresa foi atribuído um código igual ao constante na respetiva base de dados. Deste modo foi possível associar os atributos de cada empresa aos respetivos pontos no mapa, tornando possível a realização de um vasto conjunto de análises sobre a dimensão, a distribuição e o tipo de atividade das empresas instaladas no Quadrilátero. Além disso, como se explicitará mais adiante na descrição do modelo, esta informação é importante porque define os atributos destes agentes (as empresas).



## **8. As entidades utilizadas no modelo: as AAE's e as empresas**

O objetivo do presente Capítulo é o de fazer uma apresentação do número e das características das duas entidades que integram o modelo: as AAE's e as empresas. Para cada uma delas é efetuado um diagnóstico da situação existente, através do qual se caracteriza a oferta de solo industrial, as condições em que se processa o acolhimento empresarial, bem como o perfil das empresas transformadoras do Quadrilátero, tanto das dispersas, como das que estão localizadas em áreas dedicadas. O conhecimento desta realidade foi importante para definir as regras de funcionamento e para estruturar o modelo.

### **8.1. As Áreas de Acolhimento Empresarial**

A informação obtida sobre as AAE's do Quadrilátero foi vasta. Com o objetivo de fazer uma descrição mais lógica, optou-se por apresentar essa informação em oito Subcapítulos, que enquadram os seguintes aspetos das AAE's: as tipologias existentes; o estado de conservação do edificado e dos espaços públicos; a origem, constituição e a gestão dos espaços; as superfícies afetadas e ocupadas; os lotes, pavilhões e o custo do solo industrial; as infraestruturas instaladas; os serviços existentes; e as estratégias previstas pelos municípios.

#### **8.1.1. Tipologias de AAE's existentes no Quadrilátero**

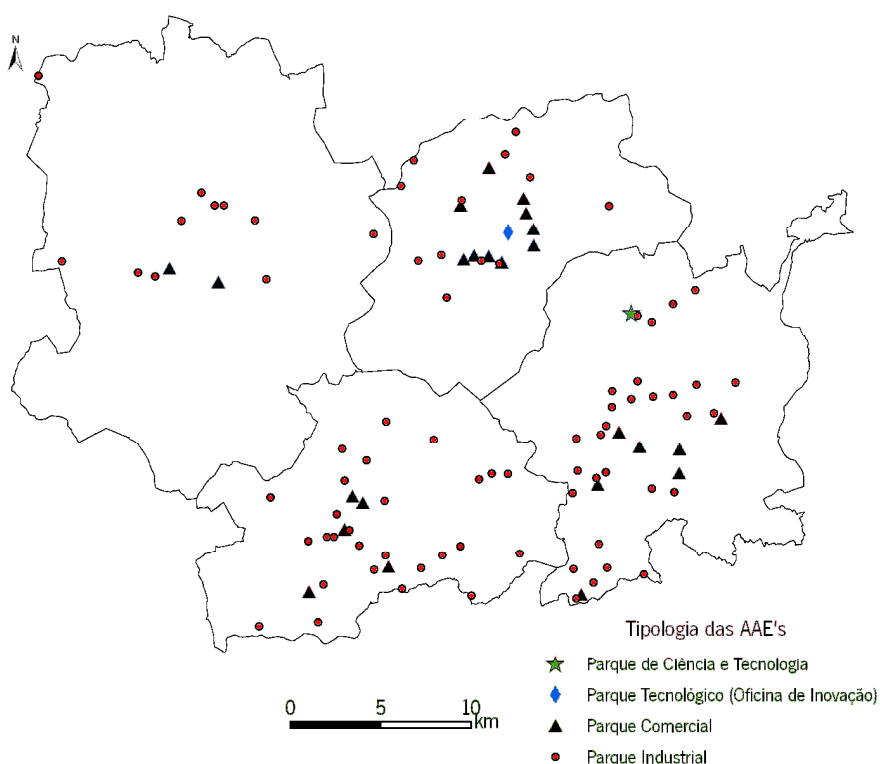
No Subcapítulo 2.5 referiu-se que existem diversas tipologias de AAE's, dependendo a sua viabilidade das características do território em que estão instaladas. O Quadrilátero constitui uma mescla de territórios com características rurais. No Quadrilátero, a tipologia de AAE's dominantes é a dos parques industriais que, de acordo com Silva et al. (2008), é a mais adequada para os territórios de elevada densidade industrial. Contudo estão presentes outras tipologias, onde se incluem parques comerciais, bem como um parque de ciência e tecnologia e uma oficina de inovação (Figura 27).

Em relação às AAE's de maior intensidade de serviços tecnológicos e de I&D, o Avepark distingue-se por ser o único parque de ciência e tecnologia existente no Quadrilátero (em Guimarães). Está instalado numa área com 38 ha e conta com as mais avançadas infraestruturas e amenidades, onde estão sediadas importantes entidades de I&D de nível internacional (como o Instituto Europeu de Excelência em Engenharia de Tecidos e Medicina Regenerativa), várias empresas de base tecnológica e uma incubadora (Spinpark). A partir de uma estreita articulação com a Universidade do Minho, o Avepark foi concebido para polarizar e dinamizar os processos de incubação e o acolhimento de novas empresas de base tecnológica,

com o objetivo determinado de contribuir para modernizar e fortalecer a competitividade das empresas e de favorecer o empreendedorismo.

Relativamente aos parques tecnológicos, o Quadrilátero acolhe a BICMinho, que está integrada numa rede europeia de oficinas de inovação, coordenada pela European Business and Innovation Centre Network. A BICMinho está localizada na cidade de Braga e tem por objetivo a promoção do empreendedorismo e a inovação empresarial, prestando apoio (gestão empresarial, apoio jurídico, formação, transferência de tecnologia, etc.) ao nível da criação e da modernização das empresas. A BICMinho funciona ainda como centro de incubação de empresas, dispondo de infraestruturas e de serviços para o efeito.

Na categoria de parques empresariais (*Business Parks*) não se registaram ocorrências, ainda que alguns municípios classifiquem alguns parques industriais como tal. Contudo, não têm serviços avançados nem componente infraestrutural que os permitam integrar nessa tipologia.



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero e levantamento próprio, 2012.

Figura 27: Distribuição das AAE's do Quadrilátero por tipologia dos espaços

Com uma representatividade maior que as tipologias anteriores surgem os parques comerciais, nomeadamente, nos municípios de Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. No total foram identificados 24 destes espaços. Estes parques comerciais estão normalmente localizados na

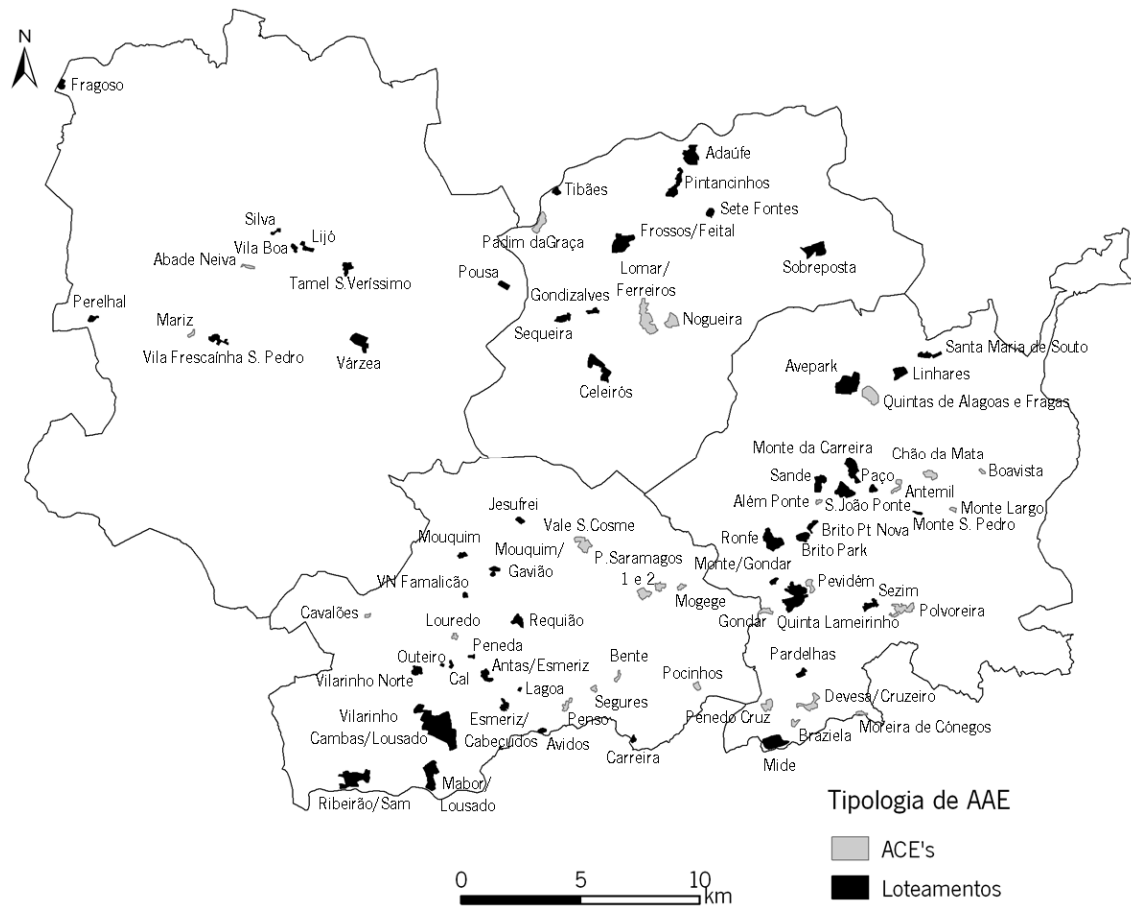
periferia das cidades, mas também há casos onde surgem nas áreas centrais, beneficiando sempre de bons acessos rodoviários. Esta situação é particularmente notória no caso de Braga, onde os parques comerciais estão dispostos em torno do núcleo central da cidade, junto às rodovias circulares. É também em Braga que se verifica a existência de um maior número de parques comerciais, o que se percebe por ser o município com maior número de potenciais consumidores. Os parques comerciais assumem dimensões e características diversificadas. As situações mais correntes consistem na existência de uma grande superfície comercial que funciona como uma âncora para outras unidades de menor dimensão ou no agrupamento de algumas superfícies comerciais de média/grande dimensão em áreas urbanas ou periurbanas. Numa outra versão, os parques comerciais estão localizados em áreas de forte implantação industrial, onde predomina o comércio grossista, os espaços *outlet* e as lojas franchisadas. Os melhores exemplos destes espaços são constituídos pelo Lago Discout e pelo Atlantic Park, em Vila Nova de Famalicão, mas os parques da Rodovia e de Silvares, em Guimarães, são também de natureza maioritariamente comercial.

Os parques industriais, por sua vez, correspondem à tipologia de AAE mais frequente, estando em Braga o mais antigo parque do país (o parque de Celeirós, cujo projeto foi lançado em 1974). Esta tipologia compreende essencialmente loteamentos industriais promovidos por entidades privadas, mas optou-se por integrar também nesta categoria as ACE's. No total das duas tipologias, foi possível determinar a existência de 79 AAE's. Como estes espaços de acolhimento correspondem à tipologia de AAE's utilizada no modelo, no Subcapítulo seguinte procede-se a uma análise mais detalhada das suas características.

### **8.1.2. Localização das AAE's**

As 79 AAE's encontram-se irregularmente distribuídas pelos quatro municípios (Figura 28), tendo sido identificada a existência de 51 AAE's na tipologia de loteamentos e de 28 na categoria de ACE's. É nos dois municípios do vale do Ave que se encontram mais espaços de acolhimento para indústrias: 65% dos loteamentos e 82% das ACE's. A comprovar o que foi descrito no Subcapítulo 2.5., as AAE's do Quadrilátero surgem nos mais diversos contextos territoriais, embora sejam notórios alguns aspetos transversais. Diversas AAE's surgem na periferia das quatro cidades. Esta situação é particularmente visível nos casos de Vila Nova de Famalicão e de Barcelos (em Braga e Guimarães, por razões orográficas, esta disposição é mais em semiarco). A proximidade aos centros consumidores, mas também à mão de obra e a diversos serviços e

amenidades (muitos dos quais faltam nos próprios espaços industriais) poderão justificar esta localização. Em termos médios, as AAE's de Barcelos e de Braga localizam-se a 5,5 km das respetivas cidades, subindo essa distância para 6,4 km no caso de Vila Nova de Famalicão e para 8,6 km no caso de Guimarães. Nestes dois últimos casos, o maior número de espaços e a maior distância em relação aos perímetros urbanos contribui para que as AAE's tenham uma localização mais dispersa.



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero e levantamento próprio, 2012.

Figura 28: Distribuição e identificação dos parques industriais por tipologia de espaço

Numa outra tipologia, os espaços industriais surgem no interior dos perímetros urbanos. Por norma, correspondem a pequenos loteamentos, como os da Cal, Peneda e Monte de São Pedro, onde laboram indústrias ligeiras, de pequeno impacto nos usos envolventes. Algumas ACE's estão também instaladas no interior das cidades (Lomar/Ferreiros, Nogueira, Pevidém, Monte Largo e Louredo), mas nestes casos correspondem a espaços mais antigos, remontando alguns à primeira metade do século XX.

Numa terceira tipologia, as AAE's surgem implantadas em espaços rurais, mais afastados dos centros urbanos. São espaços, por norma, de pequena dimensão, que foram promovidos mais numa lógica de estimular o desenvolvimento local. Em alguns casos, estes espaços situam-se em pontos extremos dos municípios, numa aparente estratégia de concorrência e de captação de empresas localizadas noutros concelhos. São os casos das AAE's de Perelhal, Fragoso, Pousa, Padim da Graça, Tibães, Santa Maria de Souto, Linhares, Carreira e Pocinhos. Por causa da localização periférica, em regra, são AAE's mais desqualificadas e com pior acessibilidade.

Um outro fator que parece ter condicionado a localização das AAE's é, precisamente, a proximidade às vias de comunicação. Com efeito, muitos espaços estão localizados junto de vias arteriais e de nós de autoestradas (Várzea, Sequeira, Celeirós, Antas/Esmeriz, Vilarinho das Cambas/Lousado e Quinta do Lameirinho). A situação mais corrente é, no entanto, a das AAE's serem servidas pela rede de estradas nacionais, que conectam os vários centros urbanos do território. Ao longo do eixo Esposende-Barcelos-Braga encontram-se vários espaços industriais (Perelhal, Mariz, Vila Frescainha São Pedro, Várzea, Sequeira, Gondizalves), sucedendo o mesmo ao longo do eixo Braga-Guimarães (Monte da Carreira, Paço, São João da Ponte) e do eixo Braga-Vila Nova de Famalicão-Trofa (Jesufrei, Mouquim, Vilarinho das Cambas/Lousado). No entanto, nos quatro municípios, nota-se a existência de uma acentuada dispersão territorial das AAE's, que se repercute na existência de espaços com deficiente acessibilidade. Há diversos casos de parques que são servidos por vias distribuidoras locais ou de acesso local, sem perfil adequado para responder à intensidade de tráfego e à circulação de veículos pesados. São os casos das AAE's de Vila Boa, Vilarinho Norte, Pocinhos, Segures, Linhares, Além Ponte, Antemil, Chão da Mata, Monte Largo, Padim da Graça, Tibães e Sobreposta.

O nível de acessibilidade das AAE's do Quadrilátero pode ser estudado, por exemplo, pela análise da distância a que se encontram de um conjunto de infraestruturas de comunicação, tendo por referência a proposta de Ramos e Mendes (2001) referida no Subcapítulo 2.2 (Quadro 1). A aplicação da proposta anterior às AAE's do Quadrilátero revela a existência de uma situação globalmente favorável, resultante da forte cobertura do território por infraestruturas rodoviárias (Quadro 8). Em termos médios, as AAE's do Quadrilátero localizam-se a 1,8 km de uma estrada nacional e a 5,7 km do nó de uma autoestrada. Portanto, de acordo com a proposta de Ramos e Mendes (2001), o nível de acessibilidade a estas duas infraestruturas é *excelente*. Porém, uma análise mais fina à escala municipal e aos próprios

espaços revela a existência de diversas assimetrias. No que toca à distância às estradas nacionais, as AAE's de Guimarães e de Vila Nova de Famalicão situam-se, em média, a 2 km de distância, passando então a estar a uma distância *razoável*. Porém, em termos individuais, nota-se que há 14 AAE's que têm um *péssimo* nível de acessibilidade, localizando-se algumas delas a mais de 6 km de uma estrada nacional (como as AAE's de Pocinhos, Avidos/Tojeda e Penso). É em Vila Nova de Famalicão e em Guimarães que se encontram mais casos destes. Já no que respeita à proximidade a um nó de autoestrada, todas as AAE's do Quadrilátero se situam a menos de 13,68 km, pelo que todas elas têm uma localização muito favorável. Em termos médios, a menor distância verificava-se em Vila Nova de Famalicão (4,7 km) e em Braga (5,7 km). Em relação à proximidade às restantes infraestruturas, as AAE's do Quadrilátero têm uma localização razoável, encontrando-se, em média, a 50,6 km do porto de Leixões, a 46,3 km do aeroporto Francisco Sá Carneiro e a 19,4 km do terminal ferroviário de Aveleda. Se todas as AAE's ficavam abaixo do limiar aceitável de distância ao aeroporto, o mesmo já não sucede em relação à proximidade ao porto de Leixões, onde os espaços de Vila Nova de Famalicão, fruto da localização geográfica do município, são os que têm a melhor localização. No tocante à proximidade ao terminal ferroviário, as AAE's de Braga são as melhor posicionadas, ao passo que as dos dois municípios do Ave as que estão mais distantes. De uma forma geral, verifica-se que as ACE's têm uma pior acessibilidade que os loteamentos.

Quadro 8: Nível de acessibilidade das AAE's do Quadrilátero

| AAE's de:              | Proximidade a:   |                |               |                 |                      |
|------------------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|----------------------|
|                        | Estrada nacional | Nó autoestrada | Porto Leixões | Aeroporto Porto | Terminal ferroviário |
| Barcelos               | 1,2 km           | 6,5 km         | 55,5 km       | 54,5 km         | 19,5 km              |
| Braga                  | 1,4 km           | 5,7 km         | 59,4 km       | 55,7 km         | 8,8 km               |
| Guimarães              | 2,0 km           | 6,3 km         | 55,5 km       | 51,2 km         | 23,7 km              |
| Vila Nova de Famalicão | 2,0 km           | 4,7 km         | 39,6 km       | 34,2 km         | 20,4 km              |
| Quadrilátero           | 1,8 km           | 5,7 km         | 50,7 km       | 46,5 km         | 19,7 km              |

Legenda (de acordo com a proposta de Ramos e Mendes, 2001)

Excelente      Razoável      Péssima

À escala individual, as AAE's com piores desempenhos em termos de acessibilidade localizam-se em Guimarães, município onde a fragmentação territorial é particularmente evidente. As AAE's com acessibilidade mais deficiente são as de Linhares, Santa Maria de Souto e Chão da Mata. O Avepark surge também na lista dos espaços com pior desempenho, em resultado da localização periférica que foi escolhida para a sua implantação, facto que poderá afetar negativamente a sua

dinâmica. No outro espectro, à cabeça das AAE's com melhor acessibilidade surgem vários espaços de Braga, como são os casos de Celeirós, Sequeira, Gondizalves e Lomar/Ferreiros.

Por seu turno, o traçado da rede ferroviária não parece ter condicionado a localização das AAE's no Quadrilátero. Não é evidente uma implantação dos espaços ao longo do caminho de ferro e das suas estações, o que sugere que o transporte de mercadorias e de pessoas por comboio não foi determinante na localização das AAE's. Apesar de se notar a presença de diversas antigas indústrias nas imediações das estações ferroviárias, são muitos escassos os casos das AAE's localizadas junto a estações ferroviárias. A exceção é o loteamento de Celeirós, que está implantado a curta distância do terminal ferroviário da Aveleda.

Muito mais atrativa foi a proximidade aos cursos de água, nomeadamente em Guimarães, onde 11 espaços confinam com os rios Ave e Vizela. Como se referiu, a proximidade aos cursos de água foi historicamente um fator de localização industrial e, no vale do Ave, exerceu uma forte influência sobre os setores têxtil/vestuário/calçado, devido às vantagens associadas às facilidades hídricas para a produção de energia, para o abastecimento de água nas diversas fases dos processos produtivos e enquanto canais de escoamento dos efluentes, com todas as consequências ambientais que são conhecidas. Em termos globais, 28% das AAE's do Quadrilátero estão a menos de 500m de um dos cursos de água principais (Cávado, Ave, Vizela e Este), existindo mesmo espaços implantados sobre o leito de cheia dos rios, como a ACE de Padim da Graça onde, por vezes, ocorrem inundações.

### **8.1.3. Estado de conservação do edificado e da manutenção do espaço público**

Na análise do estado de conservação das AAE's foram considerados os edifícios industriais e o espaço público (arruamentos, passeios, espaços verdes, mobiliário urbano, etc.). O estado de conservação dos pavilhões industriais é muito diverso, mesmo à escala de cada AAE, onde é possível encontrar edifícios novos e em bom estado de conservação e outros, mais antigos, em piores condições (Requião, Antas/Esmeriz, Ronfe, Quinta do Lameirinho, Chão da Mata, etc.). Contudo e de um modo geral, a situação é satisfatória, verificando-se que, em 34% das AAE's, os edifícios se encontram em bom estado de conservação e que em 61% dos casos os pavilhões estão em razoáveis condições. O estado de conservação do edificado está muito relacionado com a idade e com a tipologia das AAE's. Mais de metade das AAE's com edifícios em bom estado foram construídas a partir de meados da década de 1990, ao passo que todos os que se encontram em mau estado são anteriores à década de 1980. Por outro lado, os edifícios em

mau estado localizam-se todos em ACE's. Por isso, pode concluir-se que o estado de conservação dos edifícios nas ACE's é pior do que nos loteamentos. As AAE's de Braga são aquelas onde os edifícios denotam um melhor estado de conservação. Em algumas delas é mesmo possível encontrar edifícios que primam pela arquitetura, engenharia e construção de qualidade em respeito pelo ambiente, que são mais típicos de outras tipologias de AAE's, nomeadamente dos parques tecnológicos ou dos parques de negócios. São os casos dos loteamentos da Lagoa ou de Requião, existindo neste último um condomínio empresarial de qualidade (Figura 29).



Fonte: Levantamento próprio, 2012.

Figura 29: Edifícios industriais de qualidade na AAE de Requião

No que se refere à manutenção do espaço público, nota-se a existência de uma situação globalmente mais desfavorável. Neste caso, a proporção de espaços com má manutenção (20%) é superior à dos que tem uma boa gestão (15%), sendo de destacar pela negativa as AAE's de Braga, onde em 33% delas, o espaço público está deficientemente cuidado. A situação mais comum prende-se com a falta de manutenção dos espaços verdes. Outros problemas detetados incluem: a degradação das áreas pedonais, como na AAE de Nogueira (Figura 30a); o mau estado de conservação da rede viária, como na AAE do Chão da Mata (Figura 30b); a falta/degradação do mobiliário urbano (AAE do Paço); a falta de sinalética (AAE de Sobreposta); e a falta de iluminação pública (AAE do Monte de São Pedro). Como praticamente todas as AAE's não funcionam de forma condominial, a responsabilidade da manutenção dos espaços públicos cabe aos municípios que, em muitos casos, têm feito uma gestão que fica aquém das necessidades. Também neste caso, verifica-se que há uma correspondência entre a manutenção



dos espaços públicos e a antiguidade e a tipologia dos espaços: as ACE's e os espaços mais antigos são aqueles que globalmente se encontram em pior situação.



Fonte: Levantamento próprio, 2012.

Figura 30: Má gestão dos espaços públicos nas AAE's de Nogueira e do Chão da Mata

#### **8.1.4. Origem, constituição e gestão das AAE's**

No Subcapítulo 2.6 referiu-se que alguns dos primeiros parques industriais a serem promovidos em Portugal foram instalados em Braga e em Guimarães na década de 1970. Contudo, o estudo permitiu concluir que a maior parte dos espaços surgiram muito mais tarde, nomeadamente na década de 1990, altura em que foram construídos 63% dos parques existentes. A este facto não será alheio, também como se referiu no Subcapítulo 2.6, a atribuição de competências legais aos municípios no zonamento e na promoção de solo industrial. De forma inversa, 65% das ACE's surgiram até à década de 1980.

Se os municípios foram determinantes no zonamento do solo industrial, as entidades privadas foram as principais responsáveis pela promoção de quase todos os parques. Apenas o loteamento de Santa Maria de Souto foi promovido por entidades públicas. Os loteamentos de São João da Ponte e de Celeirós começaram por ser promovidos por capitais públicos (na sequência da atividade da EPPI), tendo passado depois para a esfera privada. De forma condominial funcionam apenas duas AAE's localizadas em Vila Nova de Famalicão (loteamento da Lagoa e parte do de Requião). Neste regime, as empresas partilham direitos de propriedade autónomos, o que implica que sejam diretamente responsáveis pela gestão e manutenção do espaço. As restantes AAE's não têm qualquer fórmula de gestão, os espaços são geridos ao sabor da iniciativa dos privados (proprietários, agentes imobiliários, empreiteiros, etc.).

De uma forma geral, o processo de constituição dos loteamentos industriais envolve várias etapas, onde participam entidades movidas por interesses diversos:

- A primeira etapa consiste na delimitação e no zonamento do solo industrial por parte do município em sede do respetivo plano de ordenamento. Com esta ação, o município pretende disciplinar e planear o uso do solo e responder à procura de solo industrial, com a perspetiva de atrair empresas, de gerar emprego e de obter receitas (por via de licenciamentos e de impostos).
- A reclassificação do uso do solo, normalmente de utilização agrícola/florestal para industrial, gera um aumento significativo do valor do terreno para os proprietários. Oliveira et al. (2000), por exemplo, referem que os privados buscam frequentemente as vantagens decorrentes da valorização dos terrenos de que são proprietários, na expectativa de que o seu uso seja reconfigurado para industrial. Nestas circunstâncias, a etapa seguinte passa, frequentes vezes, pela venda destes terrenos, que são adquiridos por investidores ou por promotores imobiliários.
- No Quadrilátero, a situação mais comum foi a da promoção dos parques industriais ter sido feita por iniciativa privada, normalmente por ação de empresários (sobretudo empreiteiros) locais ou da região envolvente. Por norma, a motivação subjacente à aquisição de terrenos de uso industrial por parte destas entidades foi a obtenção de lucro por via da posterior venda/arrendamento dos lotes ou dos pavilhões industriais.
- Após a aquisição dos terrenos, a fase seguinte passa pela submissão do projeto de loteamento ao município, com a descrição das características do edificado, das infraestruturas, das áreas verdes, das bolsas de estacionamento, etc. Uma vez aprovado, o próximo passo é o da construção, que pode envolver apenas a infraestruturização e loteamento do terreno, como também a edificação dos pavilhões industriais. Nesta etapa, a participação de entidades financeiras, fornecedoras de crédito, é também frequente.
- Uma vez concluído o loteamento ou a edificação, segue-se a colocação à venda ou o arrendamento dos lotes/pavilhões. Nesta etapa, o recurso a algumas técnicas de marketing é comum, como a colocação de *outdoors* e de anúncios nos parques, ou a disponibilização de informação na Internet através de *sites* criados para o efeito. O envolvimento de agências imobiliárias, mais profissionais e conhecedoras do mercado, é também habitual.
- O processo termina com a aquisição do lote/pavilhão por parte dos empresários. Nesta altura, a situação mais comum é a de deixar de haver um acompanhamento direto por parte das entidades promotoras, ficando a gestão do espaço público a cargo dos municípios. A existência de estruturas de gestão comum, condominial ou associativas é praticamente nula. Deste modo e uma vez consumada a venda dos lotes/pavilhões, deixa de haver qualquer gestão dos parques, ficando a sua dinâmica dependente da iniciativa dos diversos empresários locais.

No Quadrilátero, a década de 1990 foi uma *época dourada* para a expansão de parques industriais por uma conjugação de fatores: pelo reduzido número de áreas dedicadas ao acolhimento de indústrias existente na altura, associado à necessidade dos municípios disciplinarem este uso; pelo contexto de crescimento socioeconómico, que favoreceu este tipo de iniciativas; pela forte expansão do setor imobiliário, que viu nos loteamentos industriais mais uma oportunidade de negócio; e pela abundância de crédito barato fornecido pela banca. O processo iterativo descrito, que foi confirmado em muitos dos espaços visitados, acarretou vários problemas, como se detalha mais exaustivamente no Subcapítulo 8.4. Em síntese, foi responsável pela forte fragmentação territorial dos parques industriais; pela ausência de estruturas de gestão individual ou municipal dos parques, que foram concebidos como meras oportunidades de negócio por diversos promotores imobiliários; pela insuficiente componente infraestrutural e de serviços instalados, uma vez que a prioridade foi colocada no lado da quantidade e não da qualidade (vários empresários inquiridos queixaram-se que algumas infraestruturas previstas nos projetos não foram concretizadas); e pela gestão especulativa dos preços de venda/arrendamento em alguns espaços empresariais.

#### **8.1.5. Superfícies afetadas e ocupadas nas AAE's**

A área global das 79 AAE's do Quadrilátero cifra-se em 1440 ha, dos quais 373 ha estão efetivamente ocupados por edifícios e 220 ha constituem espaço disponível para a implantação de novos edifícios (áreas de expansão no interior dos perímetros dos espaços empresariais). É de salientar que 70% das referidas áreas globais e de implantação se localizam nos dois municípios do Ave, pelo que há uma acentuada discrepância na oferta de solo industrial entre os municípios do Cávado e do Ave. Idêntica disparidade se identifica entre a área ocupada pelos loteamentos (78% do total) que é muito superior à área correspondente às ACE's.

De acordo com as tipologias propostas por Gago e Garcia (1994) em relação à dimensão das AAE's (Subcapítulo 2.5.1.) verifica-se que 91% dos espaços do Quadrilátero são de pequena ou de média dimensão (Quadro 9). Contudo, existem AAE's que se enquadram em todas as tipologias propostas desde os micro aos macro parques, o que reforça a noção de que a oferta existente é muito heterogénea, mesmo à escala de cada município. Em média, as AAE's de menores dimensões localizam-se em Barcelos (9,7 ha), enquanto as de maiores dimensões se situam em Guimarães (20 ha) e em Braga (27 ha).

Quadro 9: Tipologias das AAE's do Quadrilátero em função da dimensão

| Designação da classe de área | Área da classe | Nº de AAE's | Exemplos de AAE's                                |
|------------------------------|----------------|-------------|--|
| Micro                        | <2 ha          | 2           | Lagoa, Outeiro                                   |
| Pequena                      | 2-10 ha        | 37          | Pousa, Tibães, Brito (Ponte Nova), Jesufrei      |
| Média                        | 10-50 ha       | 35          | Adaúfe, São João da Ponte, Antas/Esmeriz, Várzea |
| Grande                       | 50-100 ha      | 4           | Ribeirão/Sam, Quinta do Lameirinho               |
| Macro                        | >100 ha        | 1           | Vilarinho das Cambas/Lousado                     |

Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero

Em termos de área global, Guimarães destaca-se por ser o município com maior oferta, seja em termos de loteamentos (400 ha), seja de ACE's (169 ha). Em contrapartida, Barcelos é o município com menor área bruta (98 ha e 9 ha, respetivamente). Individualmente, a AAE de Vilarinho das Cambas/Lousado é o único macro parque existente no Quadrilátero. Este espaço, que no seu perímetro inclui vários loteamentos contíguos (Carvalhosa, Vilarinho Park, Meães, Três Caminhos, etc.), tem 143 ha, ou seja mais do que todos os loteamentos de Barcelos somados. A ACE de Lomar/Ferreiros, com 103 ha, é o espaço com maior dimensão da sua tipologia.

Em termos globais, a área de implantação dos edifícios industriais é de 373 ha. Guimarães é o município com maior área de implantação (136 ha), tanto no caso dos loteamentos (84 ha), como no caso das ACE's (52 ha).

A relação entre a área global dos espaços e a área de implantação dos edifícios mostra que, no conjunto das 79 AAE's, há cerca de 1000 ha que estão livres de construção. Esta superfície inclui os logradouros dos edifícios e comporta terrenos que foram afetados nas AAE's para diversos fins, como a instalação de espaços verdes, de equipamentos, de estacionamento automóvel, de vias de circulação, etc., incluindo ainda os lotes sem qualquer tipo de construção e as áreas de expansão previstas inseridas no interior dos atuais limites. Estas áreas de expansão perfazem 220 ha, estando a maior parte (75%) integrada em áreas dedicadas, sobretudo em alguns loteamentos de Vila Nova de Famalicão e de Braga (AAE's de Vilarinho das Cambas/Lousado, Ribeirão/Sam, Sobreposta, etc.).

A área afetada a espaços verdes e a equipamentos nas AAE's corresponde apenas a 1,5% da sua área global. Com efeito, em 63% das AAE's não existem espaços verdes formais (na maior parte dos casos, a sua presença limita-se à presença de árvores ao longo dos arruamentos ou a pequenos canteiros nos logradouros), nem áreas destinadas à instalação de equipamentos, sejam eles de natureza desportiva/recreativa, de apoio social, etc. Por outro lado,

verifica-se que nas ACE's este tipo de espaços está praticamente ausente, o que reforça a ideia de esta tipologia de acolhimento ser mais desqualificada que os loteamentos. Os loteamentos de Mide, São João da Ponte e de Vilarinho das Cambas/Lousado são aqueles onde mais área está reservada para estes espaços.

Nos loteamentos onde existem, os espaços verdes apresentam-se, regra geral, num razoável estado de manutenção, mas há diversos casos onde se encontram em más condições (Figura 31). As principais causas prendem-se com a ausência de entidades que façam essa manutenção, bem como há falta de certas infraestruturas necessárias à sua conservação (rede de rega). Já em relação aos equipamentos, verifica-se que estão ausentes das AAE's do Quadrilátero. Os poucos que existem destinam-se a servir os trabalhadores de empresas específicas e não a totalidade dos trabalhadores dos parques. A título de exemplo refira-se o equipamento desportivo existente no perímetro da AAE da Várzea e os equipamentos sociais (creche e cantina) disponibilizados aos trabalhadores da Somelos, em Ronfe. A reduzida presença de espaços verdes e de equipamentos mostra que a inclusão destas valências nas AAE's não tem sido uma prioridade, o que se justificará pela proximidade de muitas AAE's aos espaços urbanos, onde esses equipamentos estão instalados.



Fonte: Levantamento próprio, 2012.

Figura 31: Espaços verdes mal cuidados na AAE de Linhares

#### **8.1.6. Lotes, pavilhões e custo do solo industrial**

As AAE's encontram-se territorialmente organizadas em lotes destinados à instalação das empresas. Os pavilhões correspondem a edificios industriais construídos nos respetivos lotes. Nas AAE's do Quadrilátero foram identificados 2404 lotes, verificando-se que a maior parte deles se encontra ocupado por pavilhões. Com 32% do total, Guimarães destaca-se como o município

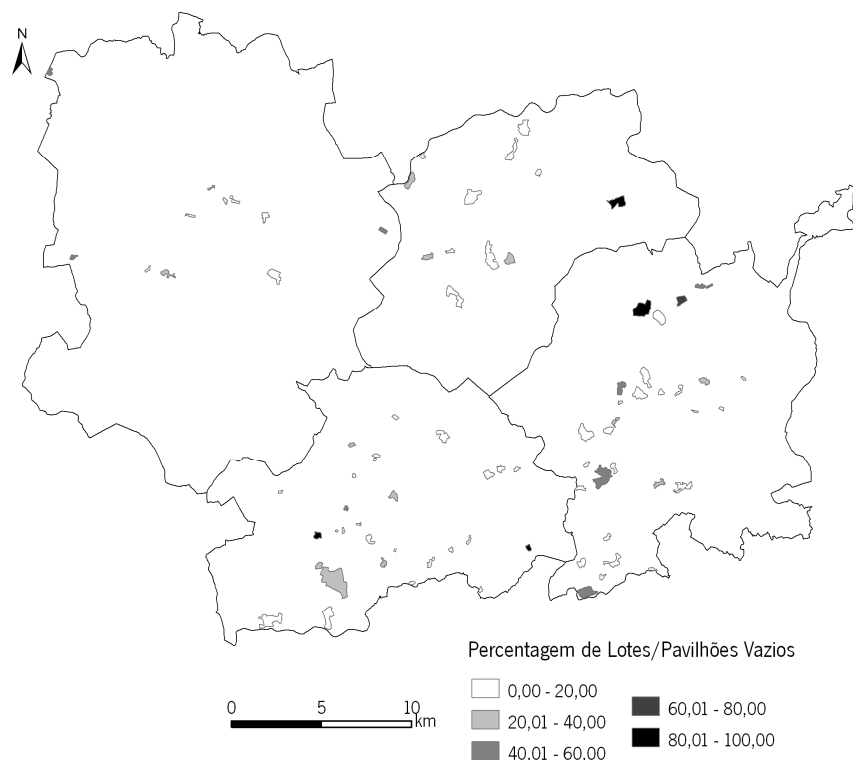
que oferece maior número de lotes. Curiosamente, Braga, apesar de ter um menor número de AAE's do que Vila Nova de Famalicão, era o segundo na lista com mais lotes (697 no total). As áreas dedicadas são aquelas onde se concentrava o maior número de lotes (87% do total). A distribuição do número de lotes por AAE mostra a existência de enormes assimetrias. Para tal basta ver que há espaços com quase 200 lotes (Vilarinho das Cambas/Lousado e Adaúfe), enquanto que, em quase metade deles, o número de lotes não vai além de 20. As ACE's correspondem à tipologia de AAE com menor número de pavilhões (como são disso exemplo as ACE's de Segures, Bente e de Mariz).

A área média dos pavilhões industriais é de 2292 m<sup>2</sup>. Mas também neste indicador se encontram variações significativas à escala municipal. Barcelos era o município onde a dimensão média dos pavilhões era menor (769 m<sup>2</sup>), encontrando-se os maiores em Vila Nova de Famalicão (3000 m<sup>2</sup>) e em Guimarães (2715 m<sup>2</sup>). Esta discrepância poderá estar relacionada com a necessidade de ajustar a dimensão dos pavilhões às características e ao perfil da indústria existente em cada um dos municípios. A área média dos pavilhões das ACE's (3718 ha) corresponde a mais do dobro da superfície média dos pavilhões existentes nos loteamentos (1508 ha). Tal facto demonstra que as indústrias instaladas nas ACE's têm, frequentes vezes, maiores dimensões do que as existentes nos loteamentos. Aliás, o dimensionamento mais ou menos estandardizado dos pavilhões industriais nos loteamentos é considerado um obstáculo à expansão das atividades, sendo referido como uma das principais razões da necessidade das empresas se deslocalizarem (ver Subcapítulo 9.6).

Para além da disparidade verificada nas áreas médias dos pavilhões, verifica-se que existem ainda diferenças assinaláveis no que respeita às áreas dos maiores e dos menores lotes e pavilhões. Na situação mais extrema, os pavilhões de maiores dimensões variam entre os 400 m<sup>2</sup> (loteamento de Perelhal) e os 17 ha (loteamento da Mabor/Lousado). Também neste caso a área média dos maiores pavilhões das ACE's (12300 m<sup>2</sup>) é superior à dos loteamentos (7595 m<sup>2</sup>). Os pavilhões de menores dimensões localizam-se, regra geral, nas AAE's mais pequenas (loteamentos de Perelhal, Silva, Vila Boa, Tibães, etc.).

No âmbito deste tema, um dos aspetos com maior relevo é o número de lotes/pavilhões que não está ocupado, podendo ser comprados ou arrendados. A dimensão deste fenómeno dá uma indicação direta sobre a taxa de ocupação das AAE's e da relação entre a oferta e a procura de solo industrial. Em termos globais, o levantamento permitiu detetar a existência de 639 lotes/pavilhões disponíveis, o que equivale a 27% da oferta existente. A proporção de pavilhões

vagos nas ACE's (13%) era claramente inferior à dos loteamentos (29%). De qualquer dos modos, a proporção de pavilhões/lotes disponíveis era significativa e afetava de forma mais incisiva alguns municípios e determinadas AAE's (Figura 32).



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero e levantamento próprio, 2012.

Figura 32: Proporção de lotes/pavilhões vazios nas AAE's do Quadrilátero

Assim, este problema atinge particularmente Guimarães onde, à data do estudo, 36% dos lotes/pavilhões das AAE's estavam vagos. Em Barcelos e em Vila Nova de Famalicão, essa realidade incidia sobre  $\frac{1}{4}$  dos lotes/pavilhões. A ampliação da análise à escala individual das AAE's revela a existência de situações mais graves, verificando-se que em nove delas mais de metade dos lotes/pavilhões estavam devolutos: Pocinhos, Vilarinho Norte e Louredo, Avepark, Linhares, Sande e Santa Maria de Souto, Sobreposta e Pousa. Não obstante, deve salientar-se que em 21 das AAE's, a oferta disponível estava completamente ocupada. Na verdade, as AAE's com baixa taxa de ocupação conjugam diversas adversidades que poderão estar na base deste fenómeno. Em primeiro lugar, os referidos espaços são alguns dos que estão mais distantes dos respetivos perímetros urbanos (Louredo é a exceção). Em segundo, a maior parte deles tem uma localização rodoviária *péssima* de acordo com os critérios de Ramos e Mendes (2001). Em terceiro, o nível de qualificação destes espaços é reduzido, estando presentes apenas as

infraestruturas e os serviços mais elementares (o Avepark é a exceção). Parece, assim, evidente que a baixa taxa de ocupação destes espaços resulta de uma localização periférica, associada a baixos níveis de acessibilidade e de qualificação.

O custo do solo industrial é uma das variáveis que também pode ajudar à explicação da maior ou menor taxa de ocupação das AAE's. Este elemento foi o mais difícil de apurar, quer pelo desconhecimento dos municípios em relação aos preços praticados, quer pela ausência de estruturas de gestão dos espaços, quer ainda pela dificuldade em identificar as entidades promotoras dos mesmos. Os dados compilados mostram a existência de um leque diversificado de preços, que reflete a multiplicidade de intervenientes e de situações prediais. Ora tendo a esmagadora maioria das AAE's sido promovida pela iniciativa de promotores privados, a fixação de preços é determinada pelo mercado e pela relação entre a procura e a oferta. No mercado de arrendamento não se verifica a existência de grandes disparidades, embora o preço médio do solo industrial construído em Braga (3,60€/m<sup>2</sup>) seja um pouco superior ao registado nos restantes municípios (2,45€/m<sup>2</sup>). No caso do mercado de venda já se notam diferenças mais significativas. Em termos médios, o solo industrial construído é mais barato nos municípios do Ave do que nos do Cávado. Em Guimarães, o preço médio do solo industrial construído é de 385€/m<sup>2</sup>, enquanto em Barcelos atinge os 586€/m<sup>2</sup>. Esta disparidade parece estar relacionada com a maior oferta de solo industrial nos dois municípios do Ave e também à maior idade média dos pavilhões industriais de Guimarães. Mas mesmo à escala do próprio município ou até dos próprios espaços empresariais existem variações de preço muito assinaláveis. Em regra, foi possível concluir que os preços variam em função da idade, da qualidade e das características oferecidas pelos pavilhões. Por exemplo, nas AAE's de Vila Nova de Famalicão foi possível encontrar casos em que o preço por m<sup>2</sup> de solo construído nos espaços mais caros suplantava em mais de quatro vezes o praticado nas AAE's mais baratas. À escala individual de muitos espaços existem também grandes diferenças nos preços. Isso é particularmente visível nas AAE's que sofreram ampliações, como nos casos dos loteamentos de Sequeira, Celeirós, Requião, etc. Nestes casos, os preços médios dos pavilhões mais recentes são substancialmente mais caros do que os mais antigos. A localização também é um fator que exerce influência nos preços praticados. Com efeito, nota-se que os espaços melhor localizados face às rodovias estruturantes e aqueles que estão mais próximos dos perímetros urbanos têm, por norma, preços mais elevados. Mas também há exceções a esta regra, com espaços de localização periférica a praticarem preços superiores à média municipal (Fragoso, Avidos, Tibães, etc.). Um



outro fator diferenciador do custo do solo prende-se com a tipologia dos próprios espaços. Nas ACE's o custo médio do solo construído é inferior em cerca de 100€/m<sup>2</sup> ao praticado nos loteamentos. Tal diferença justificar-se-á pela maior antiguidade dos edifícios industriais nas ACE's, assim como pelo maior índice de desqualificação que caracteriza estes espaços.

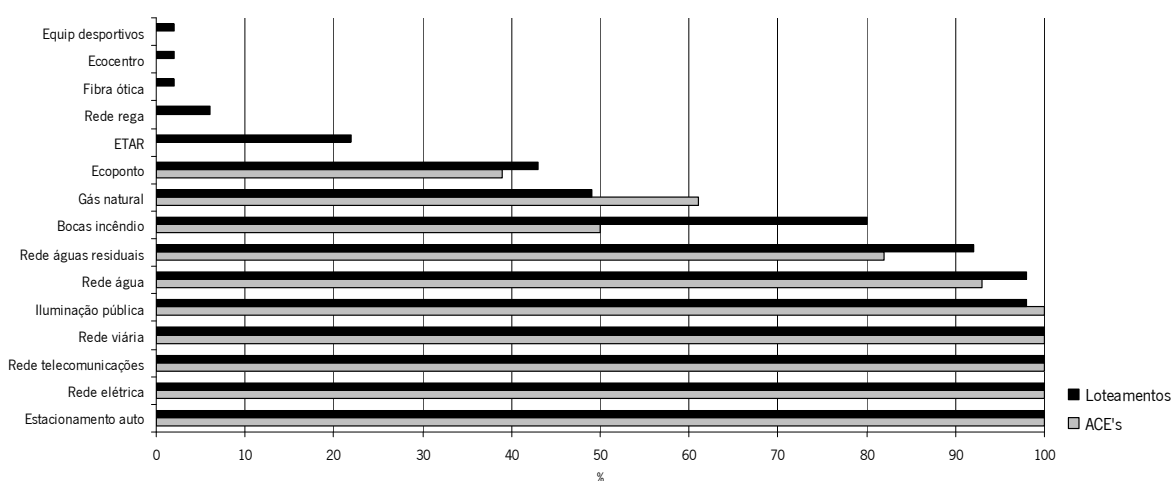
Em suma, verifica-se que existe uma grande heterogeneidade de preços que resultam de condições objetivas, relacionadas com as características dos espaços e do local, mas também de fatores de índole mais individual, relacionadas com as necessidades e com as motivações dos proprietários/promotores dos edifícios. Encontram-se situações onde o preço praticado não tem correspondência nas condições disponibilizadas às empresas. No entanto, o fator preço não parece ser responsável por repelir as empresas, pois os espaços com as mais altas percentagens de lotes/pavilhões vagos não são aqueles onde o custo do solo é mais elevado. Mas, pontualmente, não é de descartar que o preço do solo seja um fator dissuasor da instalação de empresas em alguns espaços mais periféricos e desqualificados.

#### **8.1.7. Infraestruturas existentes nas AAE's**

Com o objetivo de analisar os índices de qualificação das AAE's do Quadrilátero, foi efetuado uma inventariação das infraestruturas existentes em cada um dos 79 espaços. Essas infraestruturas podem ser inseridas em dois grupos em função do seu grau de sofisticação e do custo de investimento: as básicas (incluem rede viária interna, estacionamento automóvel, iluminação pública, rede de água, rede de rega, rede de águas residuais, ecoponto, rede elétrica (alta e média tensão), rede de telecomunicações e bocas de incêndio); e as avançadas, que contemplam estações de tratamento de águas residuais (ETAR's), ecocentros, rede de gás natural, fibra ótica e instalações/equipamentos desportivos). Se as primeiras englobam um conjunto de infraestruturas que são estritamente necessárias à atividade das empresas (energia, telecomunicações, água e saneamento, rede viária e estacionamento) e à segurança das mesmas (iluminação pública, bocas de incêndio), as segundas abrangem infraestruturas mais dispendiosas, associadas à vertente ambiental, à modernização tecnológica e a funções que transcendem a mera função produtiva.

Das diversas infraestruturas elencadas, há apenas quatro que estão presentes nas 79 AAE's: o abastecimento de energia elétrica, a rede de telecomunicações, a rede viária e o estacionamento automóvel (Figura 33). E mesmo nestas foram identificados problemas pontuais em diversos parques. Por exemplo, no que respeita à rede de telecomunicações foi identificada a

existência de falhas frequentes e de quebras na rede nas AAE's de Cavalões, Vilarinho das Cambas/Lousado e Antemil; o estacionamento automóvel revela-se insuficiente e perturba a circulação de veículos em vários espaços (Peneda, Antas/Esmeriz, Mabor/Lousado, Avidos Linhares, Sande, Chão da Mata, Sequeira, etc.); a rede viária interna apresenta-se em mau estado de conservação em várias AAE's (Chão da Mata, Boavista, Polvoreira, Padim da Graça, Vila Boa, etc.); a energia elétrica apresenta picos e falhas de abastecimento, mesmo em loteamentos de grandes dimensões e com muitas empresas (Vilarinho das Cambas/Lousado).



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero e levantamento próprio, 2012.

Figura 33: Nível de cobertura das infraestruturas existentes nas AAE's do Quadrilátero

A cobertura por outras infraestruturas básicas, para além de apresentar também diversos problemas, não é extensiva à totalidade das AAE's. No que se refere à rede de água, verifica-se que há três espaços sem abastecimento público (Chão da Mata, Sobreposta e Mariz), pelo que as empresas destes espaços têm que recorrer a furos/poços privados. Depois, há setores de loteamentos que ainda não têm cobertura (Ribeirão/Sam) ou casos de AAE's onde há falhas no abastecimento (Vilarinho das Cambas/Lousado).

A rede de águas residuais não está instalada em nove AAE's, incluindo tanto ACE's (Antemil, Mariz, Pocinhos) como loteamentos (Sobreposta, Chão da Mata, Vilarinho Norte, etc.).

Ao nível da recolha de resíduos, os ecopontos são uma realidade alheia à maior parte dos espaços de acolhimento, estando apenas presentes em 42% deles. Nota-se nesta distribuição que as ACE's têm uma pior cobertura do que os loteamentos.

No que respeita à iluminação pública, verifica-se que em apenas num espaço esta infraestrutura não está disponível (loteamento do Monte de São Pedro, o que não deixa de ser surpreendente, por o espaço estar inserido no perímetro da cidade de Guimarães).

Ainda em termos de segurança, uma das infraestruturas mais importantes é a presença de bocas de incêndio. Apesar disso, o levantamento permitiu concluir que em 30% das AAE's esta infraestrutura não estava colocada. Neste caso, eram os dois municípios do Cávado que tinham uma melhor cobertura, nomeadamente de Barcelos, onde 91% das AAE's estão equipadas com esta infraestrutura. Nota-se também aqui que as ACE's têm uma pior cobertura do que os loteamentos.

Por último, a rede de rega, que é uma infraestrutura associada aos espaços verdes, está ausente da maioria das AAE's. A sua ocorrência foi apenas identificada em três loteamentos: no Avepark, em Celeirós e na Lagoa. A falta desta infraestrutura é esclarecedora da pouca importância atribuída aos espaços verdes, cuja manutenção está dependente, em muitos casos, do zelo dos empresários, por falta de atuação dos serviços municipais.

No que respeita às infraestruturas avançadas, verifica-se que a sua presença é muito incipiente, o que vem reforçar a ideia que as AAE's do Quadrilátero são pouco qualificadas e que têm reduzida componente tecnológica. Deste conjunto, o gás natural surge como a infraestrutura que serve um maior número de espaços (42 ao todo), apesar de apenas um pequeno número de empresas efetivamente utilizar este recurso energético. A razoável taxa de cobertura de gás natural nas AAE's deve-se à proximidade e à frequente coexistência destes com as áreas residenciais. Com efeito, a falta desta infraestrutura verifica-se essencialmente nos espaços de localização mais periférica, como são os casos dos loteamentos de Sobreposta, Santa Maria de Souto, Linhares, Sezim, Vilarinho Norte e Jesufrei. Notam-se ainda algumas assimetrias municipais, sendo de destacar a baixa cobertura existente em Barcelos e em Guimarães (37%), em oposição à relativamente boa cobertura existente nas AAE's de Braga (75%).

As ETAR's estão presentes em 14% dos espaços empresariais do Quadrilátero, com a particularidade de todas elas estarem instaladas em loteamentos. Guimarães destacava-se como o município onde mais ETAR's estavam instaladas naqueles espaços (quatro). Em alguns casos, as ETAR's existem, mas não estão operacionais por razões diversas (exemplos dos loteamentos de Requião, Avidos e Silva).

Ainda ao nível ambiental, um dos equipamentos mais raros é o ecocentro, cuja existência apenas foi identificada no loteamento industrial de São João da Ponte. Embora a recolha de resíduos industriais seja da responsabilidade de empresas especializadas contratadas para o efeito, os parques industriais deveriam acolher mais estruturas desta dimensão, pelo

facto das suas características permitirem acolher os contentores e os demais equipamentos, que permitem dar início ao reaproveitamento dos materiais utilizados.

Ao nível das infraestruturas de telecomunicações avançadas, a fibra ótica serve um número muito restrito de espaços (cinco ao todo) localizados em Braga e em Vila Nova de Famalicão. A ausência desta infraestrutura dos parques industriais é reveladora do baixo perfil tecnológico da maior parte das empresas instaladas. Porém, a ligação por cabos de fibra ótica entre os municípios ao abrigo da agenda temática do *Quadrilátero Digital* poderá contribuir, a breve trecho, para debelar esta lacuna. A cobertura das AAE's por fibra ótica seria importante não só para resolver os problemas de telecomunicações identificado em vários espaços, como para atrair a instalação de empresas mais inovadoras e criativas.

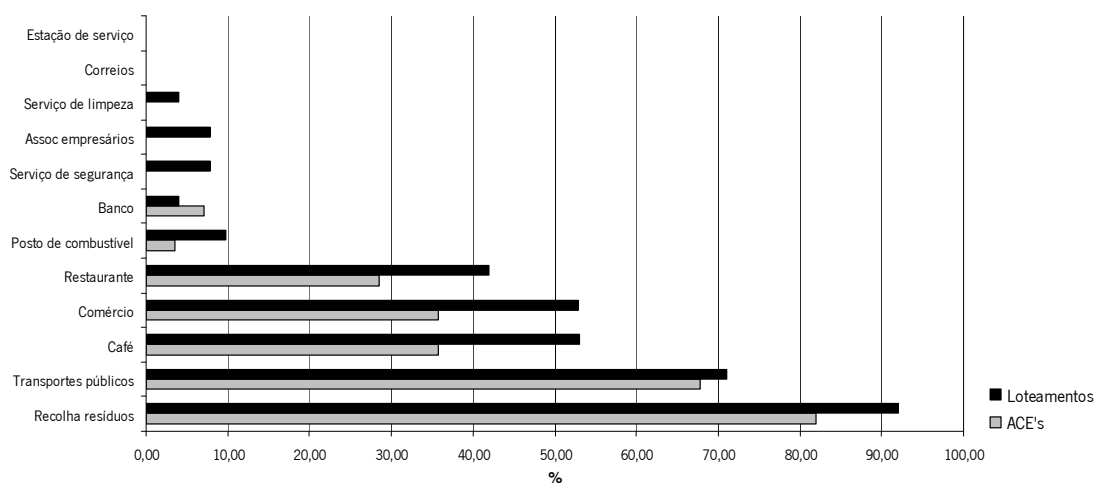
Idêntica conclusão se obtém quando se analisam os equipamentos desportivos/lazer existentes nas AAE's do Quadrilátero. Com exceção do Avepark, este tipo de equipamentos está ausente dos restantes espaços empresariais do Quadrilátero. A falta destes equipamentos é também reveladora do monofuncionalismo dos espaços, onde não houve a preocupação de criar condições atrativas para a vivência do espaço pelos seus utilizadores.

#### **8.1.8. Serviços existentes nas AAE's**

Para complementar a análise realizada no Subcapítulo anterior, foi feito também um levantamento dos serviços disponíveis nos espaços empresariais. Nesta inventariação foram consideradas 14 amenidades: serviço de limpeza, recolha de resíduos, transportes públicos, posto de combustível, estação de serviço, serviço de segurança, manutenção de infraestruturas, associação de empresários, café, restaurante, banco, correios, unidades comerciais e edifício multiusos. Para além destas, procurou-se indagar a existência de outros serviços não incluídos nessa lista. É de salientar que no levantamento desta informação se privilegiou o carácter comum do serviço e não a sua prestação ao nível individual da empresa.

O quadro de desqualificação referido para as infraestruturas agrava-se quando são considerados os serviços. Para tal basta ver que nenhum dos referidos serviços serve a totalidade dos espaços empresariais (Figura 34). O serviço mais comum prende-se com a recolha de resíduos por parte dos serviços municipais. Mesmo assim, a recolha de resíduos não é realizada em nove AAE's, sendo que cinco delas se localizam em Guimarães. Além disso, a recolha de resíduos é pouco frequente em várias AAE's, como nos loteamentos de Santa Maria

de Souto, de Vila Frescaíinha São Pedro e da Pousa e o número de contentores instalado é manifestamente insuficiente (AAE de Sezim).



Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero e levantamento próprio, 2012.

Figura 34: Nível de cobertura dos serviços existentes nas AAE's do Quadrilátero

Os transportes públicos correspondem à segunda tipologia de serviço mais frequente. A cobertura deste serviço abrange 70% dos espaços empresariais do Quadrilátero. No entanto deve referir-se que apenas em algumas AAE's os transportes públicos se deslocam ao interior dos mesmos, sendo que a situação mais corrente é a de existirem paragens em frente aos espaços empresariais. Um dos principais problemas identificados prende-se com a baixa frequência e com os horários praticados pelas carreiras, de que resulta uma baixa taxa de utilização por parte dos trabalhadores das empresas, que recorrem, maioritariamente, ao veículo privado para as suas deslocações. As AAE's com melhor cobertura por transportes públicos são as de Braga, onde apenas duas delas não são servidas por este. As situações mais problemáticas verificam-se nos dois municípios do Ave, onde mais de 30% dos espaços empresariais não são servidos por transportes públicos. Uma vez mais, a maior dispersão e a deficiente localização das AAE's nestes dois municípios emergem como a principal causa deste problema.

Os cafés e os restaurantes aparecem imediatamente a seguir na lista dos elementos mais frequentes. Das duas categorias, os cafés são mais comuns, estando presentes em 53% dos loteamentos; os restaurantes surgem apenas em 41% deles. Porém, em ambos os casos deve sublinhar-se que a esmagadora maioria destes serviços não se destinam exclusivamente aos utilizadores das AAE's, mas servem também as áreas residenciais contíguas, onde muitos deles estão localizados. Este princípio é válido para outros serviços menos frequentes, como

correios, bancos e unidades comerciais. Ainda assim, verifica-se que aqueles dois serviços estão implantados em diversos espaços, nomeadamente nos de maior dimensão (Adaúfe, Celeirós, São João da Ponte). A situação mais corrente é a das AAE's beneficiarem deste serviço de proximidade num contexto de usos mistos (industrial/residencial). São os casos dos loteamentos de Antas/Esmeriz, Brito Park, Monte da Carreira, Boavista, Frossos/Feital, Vila Frescaíña São Pedro, entre outros.

A presença de unidades comerciais é relativamente frequente, estando presentes em mais de metade das AAE's. Nesta categoria foram consideradas todas as empresas instaladas no perímetro dos espaços empresariais dedicadas ao comércio a retalho, exceto a venda e reparação de veículos automóveis (*stands* e oficinas auto). De uma forma geral, nas AAE's do Quadrilátero, a presença de unidades comerciais faz-se representar de duas formas. Através de unidades comerciais de dimensão relevante, normalmente pertença de grupos nacionais/internacionais do ramo da distribuição ou sob a forma de lojas franchisadas. A presença de hipermercados, em torno dos quais gravitam outras marcas do ramo não alimentar dos mesmos grupos, é frequente. Esta situação diagnosticou-se, por exemplo, nos loteamentos de Mide, Quinta do Lameirinho, Monte da Carreira, Sequeira, Nogueira e Ribeirão/Sam. De uma forma diferente, verifica-se a existência de pequenas unidades comerciais retalhistas (mas também de alguns grossistas), de setores predominantemente ligados ao lar/casa, máquinas/ferramentas e acessórios para automóveis. Estas unidades comerciais, que partilham os lotes com as indústrias, estão muito presentes nas AAE's do Quadrilátero, sobretudo nos loteamentos.

Os demais serviços referidos no início deste Subcapítulo têm uma representatividade inferior a 20% (Figura 34). Neste grupo enquadram-se os postos de combustível, que estão presentes em apenas nove AAE's, todos eles localizados nos dois municípios do Ave (casos dos loteamentos da Quinta do Lameirinho e de Avidos). Contudo, a situação mais frequente é a dos postos de combustível estarem localizados nas imediações das AAE's, prestando, assim, um serviço de proximidade (exemplos das AAE's da Cal, Outeiro, Nogueira, Sequeira, Brito Park, etc.). Se o número de postos de abastecimento é baixo, constata-se que a existência de estações de serviço é nula, talvez por a oferta deste tipo de equipamentos estar mais direcionada para a oferta de serviços aos condutores de médio/longo curso e não tanto aos utilizadores dos espaços empresariais.

As instituições bancárias estão incipientemente representadas nos espaços empresariais. Nos poucos casos que foi identificada a sua presença, os bancos não estão instalados no interior dos perímetros dos espaços empresariais, mas sim nas áreas imediatamente confinantes, numa lógica de servir quer os residentes, quer os empresários. É neste contexto que se enquadram as instituições bancárias instaladas junto às AAE's da Quinta do Lameirinho, Brito Park, Devesa/Cruzeiro ou em Pousada de Saramagos. De qualquer dos modos, a localização de diversas AAE's em espaços urbanos e periurbanos, onde muitas agências bancárias estão localizadas, permite-lhes beneficiar de um serviço de proximidade.

A respeito de postos de correio, não se verificou a ocorrência deste serviço em nenhuma das AAE's em estudo. De uma forma geral, este serviço está localizado predominantemente nas cidades e nos principais núcleos urbanos, onde se encontra o maior número dos seus utentes. Deste modo, os espaços empresariais localizados na malha urbana ou periurbana são os que gozam de uma maior proximidade a este serviço.

Depois há um conjunto de serviços que poderiam ser prestados de forma conjunta mas, pelo facto dos espaços empresariais não terem estruturas de gestão comum ou condominial, não funcionam. Neste grupo enquadram-se os serviços de segurança, de limpeza e a associação de empresários. Os serviços de segurança existem apenas em quatro AAE's, em moldes diferentes. O loteamento da Lagoa é o único gerido de forma condominial, razão pela qual todas as empresas instaladas nesta pequena AAE gozam de serviços comuns ao nível da segurança e da limpeza. No caso do Avepark, a segurança inclui sistemas de videovigilância, entradas controladas com barreiras e um serviço prestado por uma empresa de segurança (limitado ao setor correspondente ao parque de ciência e tecnologia). Em algumas AAE's existem associações de empresários formais (Celeirós e Adaúfe), que têm competências ao nível da segurança dos espaços, quer pela contratação de empresas que fazem a vigilância do espaço, quer pela implementação de medidas que contribuem para aumentar a segurança (a colocação de barreiras no loteamento de Adaúfe é disso um bom exemplo). Noutros casos foram adotadas soluções informais para garantir a segurança, nomeadamente através contratação de vigilantes que são remunerados por alguns empresários.

Em termos de associações de empresários apenas foram identificadas duas, ambas a operar em Braga (Celeirós e Adaúfe) e que não são representativas de todos os empresários, o que mostra as dificuldades de entendimento e de associativismo mesmo em torno de questões sensíveis, como a segurança. Com a exceção destes dois casos, é de realçar que o

associativismo entre as empresas está totalmente ausente, pelo que prevalecem modelos de gestão individual dos espaços e das atividades. Além da segurança, este problema é extensivo ao serviço de limpeza e à recolha de resíduos. Por exemplo, o serviço comum de limpeza apenas existe no Avepark e na AAE da Lagoa. Nos restantes casos, a limpeza é assegurada pelas próprias empresas ou por outras contratadas para o efeito.

A inexistência de serviços comuns resulta, em grande medida, do modelo de promoção dos espaços empresariais, onde faltam estruturas que façam o acompanhamento e a gestão dos parques. A relação entre o promotor e o empresário termina com a venda do lote/pavilhão, deixando o primeiro de ter qualquer responsabilidade na manutenção do espaço. Desta forma, não existem estruturas que promovam a gestão comum das infraestruturas, dos equipamentos, dos espaços verdes, das condições de segurança e de limpeza das AAE's, etc. A manutenção fica, assim, dependente da intervenção dos municípios ao nível dos espaços públicos e dos empresários ao nível dos espaços privados, pelo que há uma grande multiplicidade de situações. Estas, invariavelmente, tornam mais ineficiente tanto a gestão coletiva do espaço (menor capacidade de resposta a problemas, dependência face às entidades públicas, desqualificação física e funcional, formas inadequadas de dinamização e promoção das AAE's, etc.), como a privada (soluções individuais mais onerosas, serviços menos eficientes, etc.).

Por fim, a presença de outros serviços nos espaços empresariais é residual, sendo de destacar o centro de formação instalado no loteamento de Pintancinhos e os ginásios que funcionam nas AAE's de Tamel São Veríssimo e do Monte da Carreira. Quanto a serviços previstos, é de salientar a construção de um hotel, que está projetado para o perímetro do Avepark.

## **8.2. Estratégias previstas pelos municípios em relação às AAE's**

As estratégias previstas pelos municípios para o acolhimento empresarial foram obtidas a partir de reuniões mantidas com os responsáveis de cada um dos quatro municípios. À data (2011), estas estratégias estavam a ser discutidas no âmbito dos processos de revisão dos respetivos PDM's, pelo que as propostas apresentam níveis de consolidação diferentes. Feita esta ressalva, as estratégias de acolhimento empresarial integram-se em duas tipologias: a criação de novos loteamentos e a ampliação/consolidação de AAE's já existentes (Figura 35 e Quadro 10).

Em Barcelos, as estratégias previstas passam pela promoção de uma nova AAE e pela ampliação de três loteamentos já existentes. O novo espaço está previsto para Barqueiros, uma



localidade caracterizada por uma relativa atividade empresarial, numa tentativa de beneficiar da proximidade (e de concorrer) com o loteamento industrial instalado em Laúndos (Póvoa de Varzim). A proposta conhecida resume-se a um zonamento inscrito na proposta da planta de ordenamento, não havendo, portanto, mais detalhes sobre as características que o loteamento terá. As ampliações estão previstas para os loteamentos da Pousa, Perelhal e de Vila Frescaíinha São Pedro. O espaço empresarial da Pousa apresenta uma área global de 9,2 ha e a proposta é a de que possa expandir-se para nordeste (ou seja para o outro lado da A3) numa área equivalente àquela que atualmente ocupa. No caso concreto deste loteamento importa realçar que, à data do levantamento, a taxa de subocupação deste espaço (53%) era a mais elevada do município, pelo que o alargamento da área oferecida pelo loteamento poderá agravar este problema no futuro. Em Perelhal prevê-se a inclusão de uma área de expansão a norte do loteamento atualmente ali existente, que irá mais que duplicar a oferta de solo industrial ali existente. Também neste caso, a proporção de pavilhões vazios (47%) é elevada, mesmo considerando que a dimensão média dos pavilhões ali existentes é mais adequada para a atração de empresas não transformadoras. O objetivo passa por consolidar um núcleo empresarial naquela área, tirando partido das boas acessibilidades e da localização estratégica do local. Em Vila Frescaíinha São Pedro, a ampliação da AAE insere-se numa lógica de integrar várias empresas difusas e equipamentos (ETAR) que se encontram localizados de forma dispersa a sul do atual perímetro do espaço. A área de expansão prevista duplica a atualmente existente. Ainda em Barcelos, outra estratégia delineada passa por consolidar o loteamento de Tamel São Veríssimo, nomeadamente no que respeita à melhoria das condições de acesso a este espaço e à mitigação de algumas incompatibilidades decorrentes de conflitos com os usos adjacentes (sobretudo com o residencial).

No caso de Braga, as duas estratégias mais relevantes do município passam pela criação de uma nova AAE junto ao aeródromo (Palmeira) e a consolidação da Área Logística de Braga. O espaço previsto para Palmeira (na modalidade de ALE) é o que apresenta maiores dimensões (cerca de 90 ha) no conjunto das propostas apresentadas pelos municípios. O objetivo é o de dinamizar uma nova área de acolhimento a Norte da cidade, tirando partido da boa acessibilidade e da localização estratégica do local. Não existem mais detalhes sobre as características que este espaço terá, embora a tipologia de ALE implique a criação de um espaço qualificado e a existência de uma sociedade gestora. A Área Logística de Braga engloba o loteamento de Celeirós, o terminal ferroviário da Aveleda e o Mercado Abastecedor. A

concretização desta estratégia dá seguimento a uma proposta veiculada no PROT-N e tem como objetivo a criação de um centro de consolidação urbana de nível sub-regional, abrangendo Braga e Barcelos. A oportunidade deste centro decorre do potencial empresarial e logístico instalado no arco Celeirós-Aveleda-Sequeira, que está compreendido entre a EN14 e a EN103.

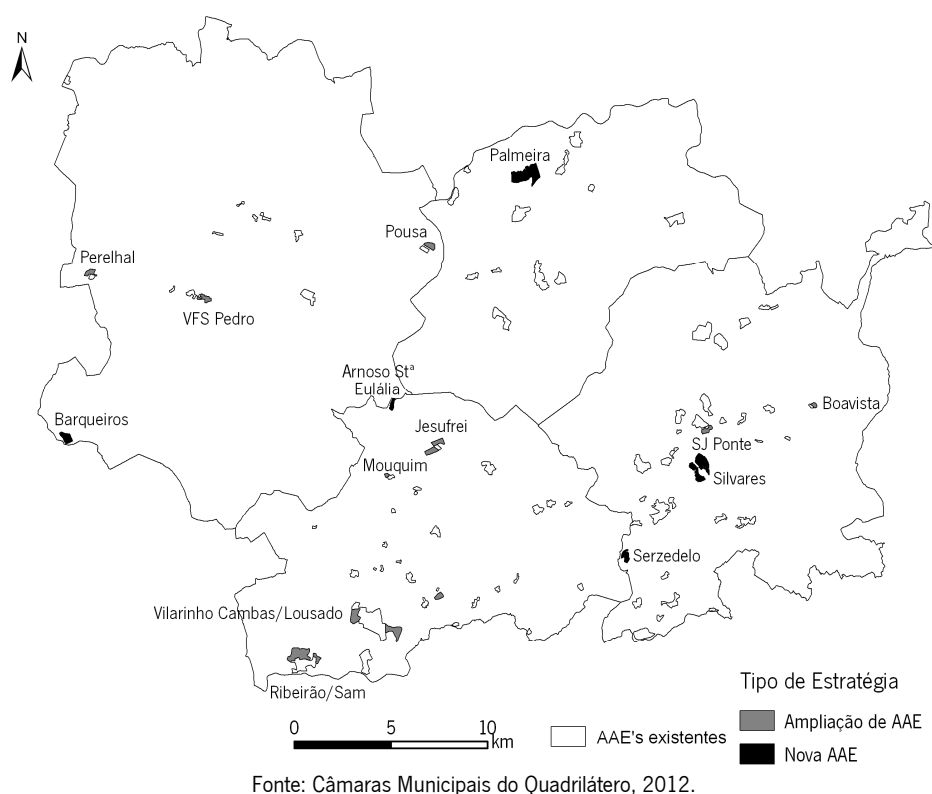


Figura 35: Estratégias para o acolhimento empresarial previstas pelos municípios

Em relação a Guimarães, a estratégia do município passa pela criação de dois novos loteamentos (Silvares e Serzedelo) e pela ampliação de duas AAE's já existentes (São João da Ponte e Boavista). Nos casos de Silvares e de São João da Ponte, as ações estão integradas em Unidades Operativas de Planeamento e Gestão, que estão definidas na Carta de Ordenamento do PDM de Guimarães. Um dos novos espaços está previsto para a freguesia de Silvares, numa zona onde já estão implantadas diversas empresas não transformadoras (*stands* de automóveis, grossistas, hipermercados, etc.). A superfície global prevista para a AAE de Silvares é de 68 ha e o objetivo é o de constituir este espaço como uma área vocacionada para atividades terciárias. Apesar disso, a localização de indústrias também está prevista para este espaço. A outra AAE está projetada para Serzedelo, para uma área de 17 ha, situada entre o rio Ave e a A11, no setor oeste do município. No que respeita à ampliação, esta estratégia recai sobre o parque de São

João da Ponte e sobre a ACE da Boavista. A expansão do parque de São João da Ponte está prevista para o setor sul do atual limite e visa ampliar a capacidade de acolhimento deste espaço. Em relação à ACE da Boavista, a ampliação visa consolidar o núcleo empresarial existente na freguesia de São Torcato, onde estão instaladas várias indústrias de média dimensão. A área de expansão prevista mais do que duplica o espaço oferecido pela atual ACE.

No caso de Vila Nova de Famalicão, as estratégias delineadas em sede do PDM passam, fundamentalmente, pela aposta na consolidação e na ampliação de seis AAE's já existentes e pela disponibilização de um novo loteamento. A ampliação está prevista tanto para AAE's de maiores dimensões, que funcionam como âncoras para o acolhimento de empresas (Ribeirão/Sam, Vilarinho das Cambas/Lousado), como também para espaços de menor dimensão (Jesufrei, Mouquim e Lagoa). Em termos globais, a concretização das áreas de expansão das AAE's resultará num aumento de 175 ha de solo industrial, valor que corresponde a cerca de 40% da atual oferta. Como se referiu, parte desta área de expansão transita do anterior PDM, sendo expectável que, atendendo à conjuntura económica atual, se mantenha nos próximos tempos como uma reserva capaz de dar resposta a futuras necessidades de crescimento das AAE's. O município prevê ainda a construção de um pequeno loteamento em Arnoso (Santa Eulália). Apesar de aumentar a oferta de solo industrial, a proposta de Vila Nova de Famalicão dá ênfase à necessidade de qualificar os espaços existentes através da melhoria das infraestruturas e dos serviços de apoio às AAE's e de uma adequada articulação com os usos envolventes. Além disso, é a única que coloca no topo das suas prioridades a necessidade de articular as AAE's à escala municipal. Com efeito, Vila Nova de Famalicão foi o único município que procedeu a uma abordagem integrada dos seus espaços, definindo núcleos que resultam da agregação individual dos loteamentos. Foi também o único município do Quadrilátero que tentou promover a constituição de uma AAE de nível regional, embora a insuficiência de fundos e as dificuldades na aquisição dos solos tenham gorado o projeto.

Em síntese, a concretizarem-se as estratégias previstas pelos municípios, assistir-se-á a um aumento de 435 ha na oferta de solo industrial, por via tanto da criação de novos espaços, como da ampliação dos já existentes, o que fará subir em 30% a atual área global disponibilizada. Se tivermos presente que as atuais AAE's já comportam no seu interior uma área de expansão de 220 ha (ver Subcapítulo 8.1.5), conclui-se que a superfície de solo industrial a disponibilizar no futuro será muito significativa. Por outro lado, as estratégias revelam que, com poucas exceções, as políticas municipais tenderão a agravar alguns dos problemas já

identificados, nomeadamente: a dispersão das AAE's, através da criação de novos espaços em zonas periféricas dos municípios (Barqueiros, Serzedelo e Arnoso Santa Eulália); o provável incremento dos índices de subocupação, estando prevista a ampliação de espaços onde a percentagem de lotes/pavilhões vazios já é elevada (Pousa e Perelhal); e pela aposta na quantidade em detrimento da qualidade, não se vislumbrando políticas concretas direcionadas para o reforço das condições de acolhimento das AAE's já existentes. Por isso, o alcance das estratégias municipais é, no mínimo, questionável. Seria mais desejável que o foco das políticas se centrasse no reforço da qualificação e da articulação dos parques existentes, de forma a torná-los mais atrativos para a localização de empresas.

Quadro 10: Síntese das estratégias para o acolhimento empresarial previstas pelos municípios

| Municípios             | Novas AAE's |                  | Ampliação de AAE's |                  |
|------------------------|-------------|------------------|--------------------|------------------|
|                        | Nº          | Área global (ha) | Nº                 | Área global (ha) |
| Barcelos               | 1           | 22,9             | 3                  | 43,4             |
| Braga                  | 1           | 90,4             | 0                  | 0,0              |
| Guimarães              | 2           | 85,2             | 2                  | 18,6             |
| Vila Nova de Famalicão | 1           | 10,4             | 6                  | 169,5            |
| Quadrilátero - total   | 5           | 208,9            | 11                 | 225,9            |

Fonte: Câmaras Municipais do Quadrilátero, 2012.

### 8.3. As empresas

Em relação às empresas, o volume de informação obtido levou a que se fizesse uma abordagem repartida por dois Subcapítulos. No primeiro, analisam-se as empresas difusas, confrontando as suas características com as das empresas localizadas em AAE's. No segundo, centra-se essa abordagem nas empresas situadas em AAE's, comparando a situação das que se encontram em loteamentos com a situação das que se encontram instaladas em ACE's.

#### 8.3.1. Empresas dispersas versus empresas em AAE's: características gerais

Como se referiu no Subcapítulo 6.2.3, em 2009 estavam instaladas 4722 empresas transformadoras no Quadrilátero. No modelo, as empresas constituem os agentes que vão testar a atratividade das AAE's. A partir da informação constante do Sistema de Contas Integradas das Empresas (INE, 2011) foi possível determinar a sua localização, o que permitiu identificar as empresas que estavam instaladas nas AAE's e as que se encontravam fora destas, ou seja, as que se encontravam dispersas pelo território (Figura 36). Com base neste exercício foi então

possível concluir que 82% das empresas transformadoras estavam localizadas fora das AAE's, sendo Barcelos o município onde aquela proporção era mais representativa (91%). Este fenómeno parece estar relacionado com o padrão de povoamento disperso que caracteriza o território, mas também com a natureza familiar e com pequena dimensão de muitas destas empresas que, frequentes vezes, funcionam no próprio edifício habitacional ou em anexos contíguos construídos para o efeito. O elevado índice de dispersão das empresas está também associado à dimensão das mesmas. De acordo com a Recomendação da Comissão 96/280/CE, de 3 de abril de 1996, a dimensão das empresas pode classificar-se em três tipologias em função do número de trabalhadores e do volume de negócios. As grandes empresas são aquelas que empregam mais de 250 trabalhadores e que têm um volume de negócios superior a 40 M€/ano. As PME's integram duas categorias: as pequenas empresas (10 a 50 trabalhadores e um volume de negócios inferior a 7M€/ano) e as médias empresas (50 a 250 trabalhadores e um volume de negócios que não exceda 40M€/ano). Por último, as microempresas são aquelas que empregam menos de 10 trabalhadores e que têm um volume de negócios inferior a 7 M€/ano. Com base nesta classificação, constata-se que, em termos globais, 93% das indústrias do Quadrilátero tinham menos de 50 trabalhadores: 35% inseriam-se na tipologia de pequenas empresas e 58% eram microempresas (Figura 36).

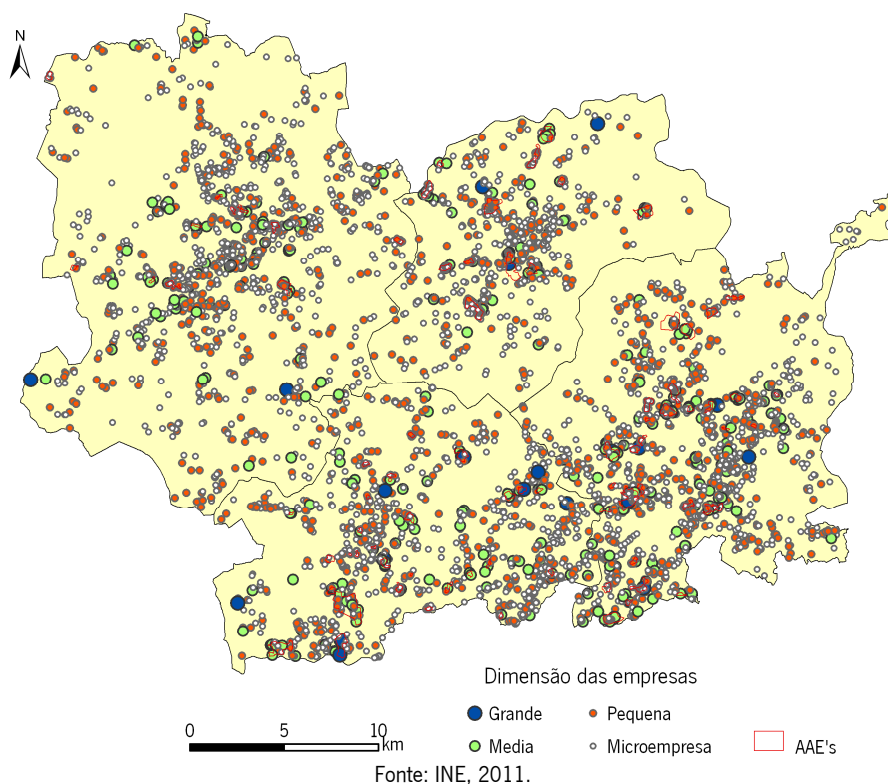
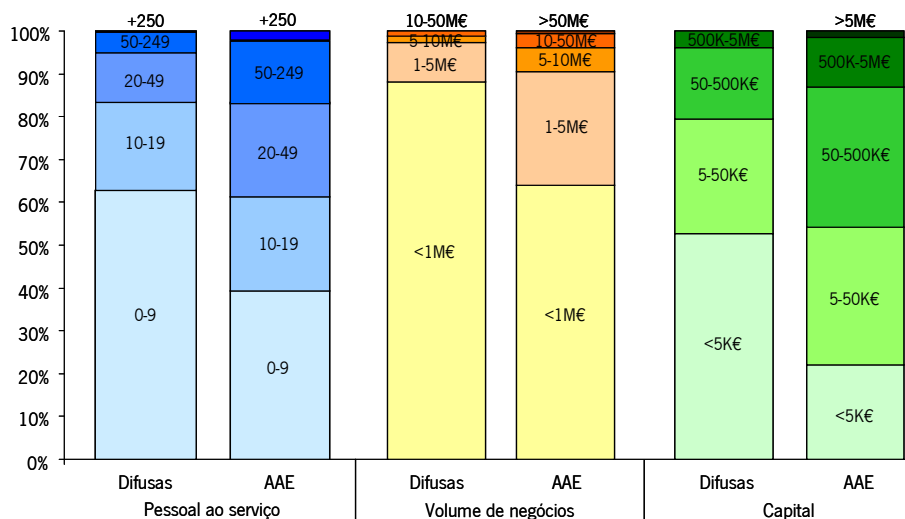


Figura 36: Distribuição e dimensão das empresas transformadoras no Quadrilátero

A maior prevalência de microempresas ocorria no município de Barcelos, enquanto o maior número de grandes empresas surgia em Guimarães e em Vila Nova de Famalicão. Apesar da escala limitar a capacidade competitiva, é também reconhecido que as pequenas empresas são mais flexíveis, pelo facto de terem uma maior aptidão para se adaptarem ao ambiente externo e para reverterem o seu perfil produtivo (Amaral, 2012). Portanto, a pequena dimensão nem sempre é uma desvantagem, dependendo da forma como as empresas reagem estrategicamente às adversidades do mercado.

A comparação das empresas instaladas nas AAE's com as que se encontram difusas revela a existência de diferenças assinaláveis em diversos indicadores (Figura 37). Em primeiro lugar, verifica-se que as empresas localizadas nas AAE's tinham uma maior dimensão média. Com efeito, 63% das empresas difusas tinha menos de 10 trabalhadores, ao passo que apenas 5% delas tinha entre 50-249 trabalhadores e apenas 0,3% tinha mais de 250 trabalhadores. Já no caso das empresas em AAE's, a percentagem de empresas com menos de 10 trabalhadores descia para 40%, enquanto as percentagens de empresas com 50-249 e com mais de 250 trabalhadores subiam para 15% e 2%, respetivamente. Em termos médios, nas empresas em AAE's, havia 41 trabalhadores/empresa, enquanto nas difusas essa relação descia para 18.



Fonte: INE, 2011.

Figura 37: Comparação de indicadores das empresas difusas e das empresas em AAE's

Outros parâmetros onde se notam diferenças na estrutura empresarial incluem o volume de negócios e o capital das empresas. No caso das empresas dispersas, apenas 12% delas tinha um volume de negócios superior a 1 M€/ano e nenhuma delas faturava mais de 200 M€/ano. O desempenho económico das empresas instaladas nas AAE's era bastante mais favorável, pois

36% delas registava um volume de negócios superior a 1 M€/ano e algumas delas faturavam mais de 200 M€/ano. Em termos médios, o volume de negócios das empresas localizadas em AAE's (3,2 M€) fixava-se bastante acima do conseguido pelas empresas difusas (1,1 M€). Ainda assim é de salientar que algumas empresas difusas do Quadrilátero eram muito importantes no contexto nacional pelo seu elevado volume de negócios. São os casos, por exemplo, das empresas de calçado Gabor (Barcelos) e Fortunato Frederico (Guimarães) que eram as duas empresas com maior volume de negócios do setor à escala nacional.

Idêntica leitura se obtém quando se analisa o capital social das empresas. Mais de metade das empresas dispersas (53%) tinha um capital social inferior a 5 K€ e apenas 14% possuía um capital superior a 100 K€. Quando se analisa a situação das empresas instaladas em parques, constata-se que 78% tinha um capital superior a 5 K€ e que 34% tinha mesmo um capital que superava os 100 K€. Em média, o capital das empresas difusas (124 K€) situava-se muito abaixo do verificado nas empresas em AAE's (605 K€).

A comparação destes valores revela que havia claramente um perfil diferente entre as empresas que estavam instaladas em AAE's e as que se encontravam dispersas. Em termos gerais, as empresas instaladas nas AAE's empregavam mais trabalhadores, tinham um maior volume de negócios e capitais sociais mais elevados. Tal facto estará relacionado com as condições mais atrativas que as AAE's oferecem para o acolhimento empresarial, permitindo a instalação de empresas mais competitivas e geradoras de emprego. Na própria estrutura produtiva notavam-se diferenças significativas. Não obstante, as empresas dos setores têxtil e do vestuário serem as mais frequentes nas AAE's (representavam 47%), nota-se que o seu peso era muito inferior ao verificado nas empresas dispersas (60%). Pelo contrário, na maior parte dos restantes setores, incluindo alguns mais tecnológicos, as empresas instaladas nas AAE's tinham uma maior representatividade. Eram os casos do fabrico de produtos metálicos, de máquinas e de equipamentos, de artigos de borracha e plástico, das metalúrgicas e da produção de equipamentos elétricos. Embora os setores tradicionais possam ser bastante competitivos no contexto internacional, desde que sejam reconvertidos de forma a incorporar mais tecnologia e conhecimento como, aliás, o comprova o estudo de Mateus (2010), o perfil dominante no Quadrilátero está ainda muito associado a microempresas dispersas, de baixa capacidade tecnológica, cuja competitividade se tem baseado no baixo custo do produto final. O resultado deste modelo tem-se saldado no encerramento de muitas empresas, pela incapacidade de concorrer com os custos de produção registados noutras regiões do globo.

### 8.3.2. Empresas em loteamentos versus empresas em ACE's: características gerais

Das 873 empresas em AAE's, verifica-se que a maior parte (81%) estava instalada em loteamentos, encontrando-se as restantes em ACE's. Apesar disso, as empresas instaladas em ACE's eram responsáveis por mais de 30% do pessoal ao serviço e do volume de negócio gerado por todas as empresas em AAE's (Quadro 11). Com quase 30% de empresas em ACE's, Guimarães destacava-se como o município onde esta realidade estava mais presente. A maior tradição industrial do município e a maior dispersão de grandes unidades fabris, nomeadamente do têxtil, vestuário e calçado, que funcionaram como âncoras para a fixação de outras indústrias, poderão explicar a maior importância das ACE's em Guimarães.

Quadro 11: Principais indicadores das empresas instaladas em ACE's e em loteamentos

| Indicadores                     | ACE's    | Loteamentos |
|---------------------------------|----------|-------------|
| Número de espaços               | 28       | 51          |
| Área ocupada (global)           | 375,4 ha | 1064,7 ha   |
| Número de empresas instaladas   | 168      | 705         |
| Pessoal ao serviço nas empresas | 11749    | 23794       |
| Volume de negócios das empresas | 863 M€   | 1929 M€     |
| Capital das empresas            | 194 M€   | 334 M€      |

Fonte: INE, 2011; Câmaras Municipais do Quadrilátero

Quanto ao perfil das empresas presentes nas AAE's, são de notar algumas diferenças que, à partida, não seriam muito expectáveis (Figura 38). Por exemplo, verifica-se que a proporção de empresas com menos de 10 trabalhadores era maior no caso dos loteamentos (43%) do que nas ACE's (26%). Da mesma forma, a percentagem de indústrias com mais de 50 trabalhadores era 20 pp mais elevada no caso das ACE's. A maior dimensão das empresas localizadas nas ACE's poderá estar relacionada com o respetivo setor de atividade. Contudo, uma análise mais fina às indústrias mostra que, quer nas ACE's, quer nos loteamentos, as indústrias do vestuário e do têxtil correspondiam aos dois setores mais representativos e que empregavam mais mão de obra. Mas há alguns detalhes a realçar. Nas ACE's, os setores têxtil/vestuário representavam 60% das indústrias, enquanto nos loteamentos a proporção desses dois ramos descia para 45%. Conclui-se, então, que as ACE's eram espaços mais monoprodutivos, ancorados em torno dos setores tradicionais do Ave/Cávado. No caso dos loteamentos, nota-se uma maior diversificação do tecido produtivo, com vários setores a terem um peso mais significativo, com destaque para a metalomecânica (25%), artigos minerais não metálicos (5%) e artigos de borracha e plástico (5%). A explicação para as diferenças encontradas poderá estar, então, na própria origem de muitas ACE's. Com efeito, diversas ACE's resultaram da instalação de grandes empresas, tipicamente



do setor têxtil ou do vestuário, que ao longo do tempo, atraíram para as suas imediações várias empresas de menores dimensões, para beneficiarem dos efeitos de *clusterização* e para mais facilmente se integrarem em cadeias de valor. No Quadrilátero há vários exemplos destas ACE's, como as de Vale de São Cosme (Têxtil Manuel Gonçalves), Pousada de Saramago (Riopele), Ronfe (Somelos) e Abade de Neiva (Silsa).

Em relação aos restantes indicadores, verifica-se que há também pequenas variações entre as empresas localizadas nos loteamentos e nas ACE's, que corroboram as ilações anteriores. Em termos relativos, a percentagem das empresas com um volume de negócios superior a 2 M€/ano nas ACE's (35%) era o dobro do verificado nas empresas dos loteamentos. Do mesmo modo, a proporção de empresas com capital superior a 100 K€ era maior no caso das indústrias situadas nas primeiras. Em média, as empresas em ACE's tinham mais pessoal ao serviço (70 contra 34), um volume de negócios superior (5,1 M€ contra 2,7 M€) e um capital mais elevado (1,1 M€ contra 474 K€) do que as empresas nas áreas loteadas. Parece haver assim uma correlação direta entre o capital das empresas, o volume de negócios e o número de trabalhadores ao serviço.

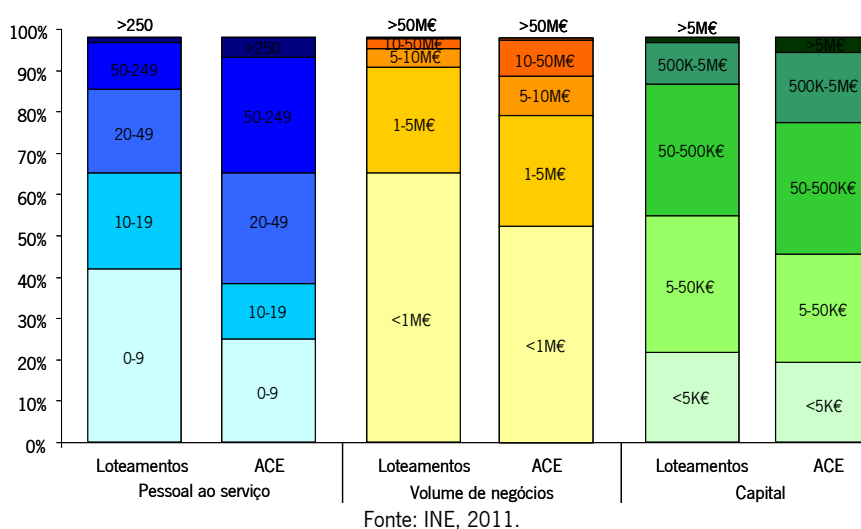


Figura 38: Comparação de indicadores das empresas em loteamentos e em ACE's

Passando agora a uma análise focalizada nos loteamentos, verifica-se que os 51 espaços acolhiam 705 empresas. Os loteamentos que contabilizam mais empresas eram: Vilarinho das Cambas/Lousado, Adaúfe, Celeirós e São João da Ponte. No seu conjunto, estes quatro loteamentos absorviam 26% das empresas instaladas nesta tipologia de espaço. Guimarães era o município com mais espaços loteados e era também aquele que tinha um maior número de

empresas instaladas nestes parques (32% do total). No outro extremo surgia Barcelos, onde se observava o menor número de loteamentos (11), sendo a maior parte deles de pequena dimensão. Por isso, este município apenas acolhia 16% das empresas instaladas nos loteamentos do Quadrilátero.

As indústrias do vestuário/têxtil (45%) e as metalomecânicas (25%) eram as mais representativas nos loteamentos, embora com algumas variações municipais. Por exemplo, em Braga, as metalomecânicas (42%) representam o dobro do setor têxtil/vestuário, mas em Barcelos e em Guimarães, este setor representava mais de 50% do total.

A referida distribuição setorial acabava por ter uma repercussão direta no emprego (Figura 39), embora isso já não se verifique tanto ao nível do volume de negócios (Figura 40).

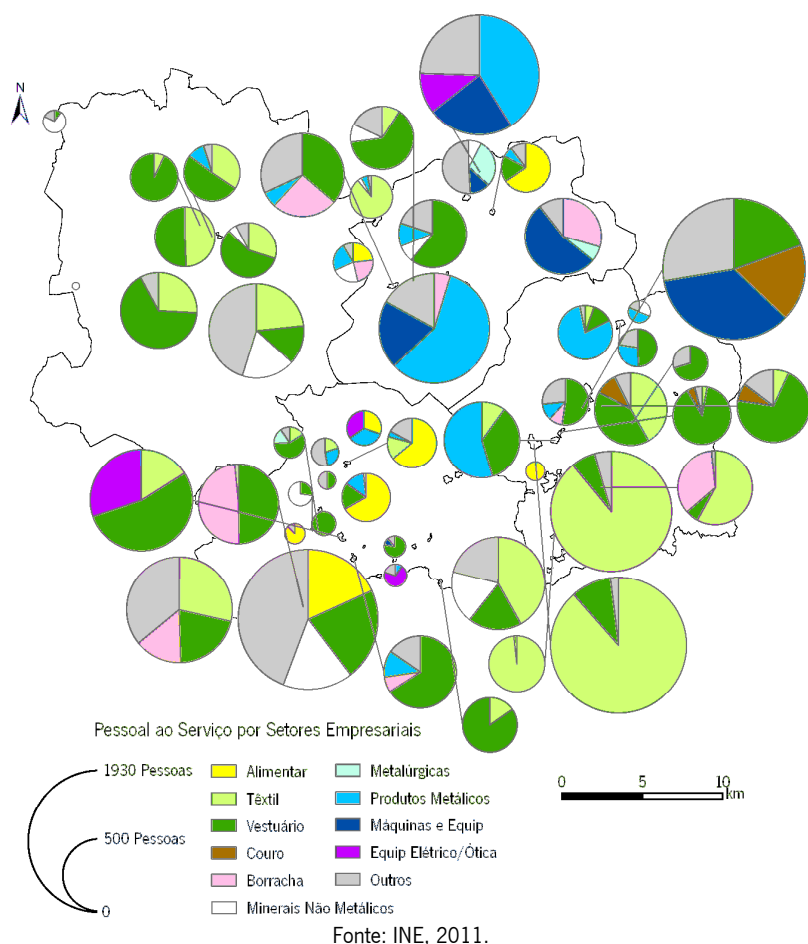
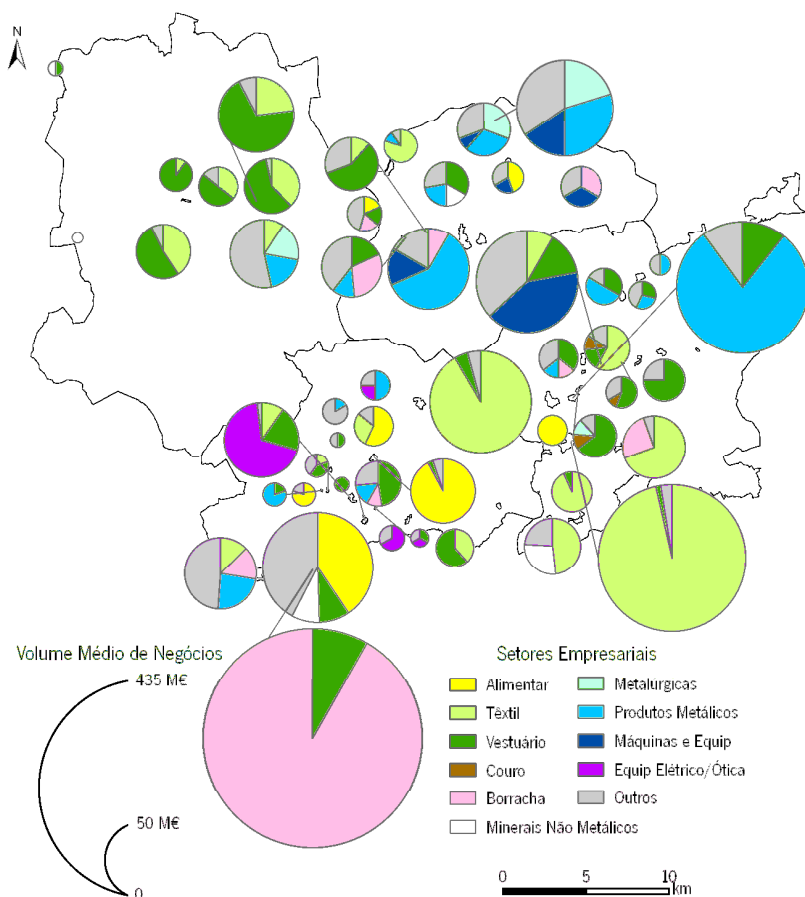


Figura 39: Pessoal médio ao serviço e sua distribuição setorial nos loteamentos industriais

Os diversos loteamentos do Quadrilátero empregavam 23800 pessoas (valor médio), sendo que o setor do vestuário/têxtil era responsável por empregar 52% desse universo. A metalomecânica era a segunda tipologia que empregava mais trabalhadores (22%), ao que se seguia a produção

de artigos de borracha e plástico (5%) e a indústria alimentar (4%). Era nos loteamentos de Guimarães e de Vila Nova de Famalicão que estavam mais pessoas ao serviço. Do conjunto dos loteamentos, sete deles davam emprego a mais de 1000 trabalhadores cada: São João da Ponte, Quinta do Lameirinho, Ronfe, Vilarinho das Cambas/Lousado, Ribeirão/Sam, Adaúfe e Celeirós. No outro extremo, surgia uma lista de 13 loteamentos, que empregavam menos de 100 trabalhadores.

Em relação ao volume de negócios, constata-se que as empresas instaladas nos loteamentos, em 2009, faturaram cerca de 1930 M€/ano, embora o grosso deste volume fosse gerado por um grupo restrito de parques e por setores específicos (Figura 40).



Fonte: INE, 2011.

Figura 40: Volume médio de negócios e sua origem setorial nos loteamentos industriais

Os loteamentos que geravam um maior volume de negócios eram aqueles onde estavam localizadas empresas que se posicionam no *top ten* nacional, tais como: AAE de Lousado (Continental/Mabor e Cofemel), AAE da Quinta do Lameirinho (Lameirinho indústria têxtil) ou a AAE de Brito Park (Amtrol). É de salientar que muitas destas grandes empresas geravam

individualmente um volume de negócios superior ao de muitos loteamentos em conjunto. Basta ver que em 27 dos loteamentos existentes, o volume de negócios apurado pelas empresas era inferior a 10 M€. Por outro lado, os setores industriais mais representativos em termos de número e de emprego (têxtil e vestuário) tinham um menor peso no volume de negócios gerado (39% do total). O segundo setor empresarial que mais contribuía para o volume de negócios era o da produção de artigos de borracha e de plástico (24%), muito por ação da Continental/Mabor, ao que se seguiam as indústrias metalomecânicas (22%). Em termos globais, os loteamentos de Vila Nova de Famalicão e de Guimarães lideravam no volume de negócios, mas nestes dois municípios existiam vários parques com uma baixa produção de riqueza (Santa Maria de Souto, Linhares, Outeiro, Cal, etc.). Como a Figura 40 revela, o volume de negócios das empresas instaladas nestas AAE's tinha uma base empresarial diversificada: em Braga era fortemente alimentada pela metalomecânica (51%); em Guimarães pelo setor têxtil (representava 51%); em Vila Nova de Famalicão pela produção de artigos de borracha e plástico e pela indústria alimentar (56% e 13% respetivamente); e em Barcelos pelo vestuário (48% do total).

Por último e centrando agora a análise nas ACE's, conclui-se que nos 28 espaços que integram esta tipologia estavam instaladas 168 empresas, o que dá um valor médio de seis empresas/ACE. Era em Guimarães que se encontrava o maior número de empresas localizadas neste tipo de espaços (94), mas era em Braga que se verificava a existência de um maior número médio de empresas/ACE (11).

A proporção de pessoal médio ao serviço nas ACE's era inferior à dos loteamentos, mas não deixava de ser relevante. Das 11750 pessoas que trabalhavam nestes espaços, cerca de metade exercia atividade nas ACE's de Guimarães. Porém, o espaço onde estava ao serviço um maior número de trabalhadores era o de Lomar/Ferreiros, onde trabalhavam mais de 1500 pessoas. Outros espaços representativos em termos de emprego eram os de Vale de São Cosme, Chão da Mata, Polvoreira e Devesa/Cruzeiro. Contudo, havia também diversas ACE's com menos de 50 trabalhadores ao serviço, como são os casos das áreas de Nogueira e do Penedo da Cruz. Os setores ditos tradicionais eram os que absorviam mais mão de obra nestes espaços: os setores do têxtil/vestuário/calçado davam emprego a 74% do universo de trabalhadores.

Em 2009, o volume médio de negócios gerado nas ACE's ascendeu a 863 M€, sendo correspondente, portanto, a menos de metade do obtido pelas empresas instaladas nos loteamentos. As ACE's existentes em Guimarães e em Braga eram aquelas que registavam o

maior volume de negócios, muito por ação das ACE's de Lomar/Ferreiros, mas também das ACE's do Vale de São Cosme e da Devesa/Cruzeiro. O volume de negócios obtido nestes três espaços correspondia a 53% do total. No outro extremo, nota-se a existência de um significativo número de ACE's (10 ao todo) cujo volume de negócios era inferior a 10 M€. Em relação à contribuição setorial (Figura 41) constata-se que a triade têxtil/vestuário/calçado era responsável por 57% do volume de negócios das empresas instaladas nas ACE's. O principal destaque vai, porém, para a produção de equipamentos eletrónicos, informáticos e de comunicações, que representava 31% do total. Este valor justifica-se pela presença de uma multinacional do setor em Lomar/Ferreiros (Bosch) que empregava mais de 250 trabalhadores e tinha um volume de negócios superior a 200 M€/ano. Se no caso dos loteamentos havia uma base produtiva diferenciada nos quatro municípios, no caso das ACE's verifica-se uma maior uniformidade e uma prevalência muito forte dos setores tradicionais. Assim, em Barcelos, Guimarães e Vila Nova de Famalicão o volume de negócios era suportado pelo têxtil/vestuário numa proporção que variava entre os 100% (ACE's de Barcelos) e os 60% (ACE's de Guimarães). Em Braga, era a produção de equipamentos eletrónicos e informáticos que assumia um maior relevo.

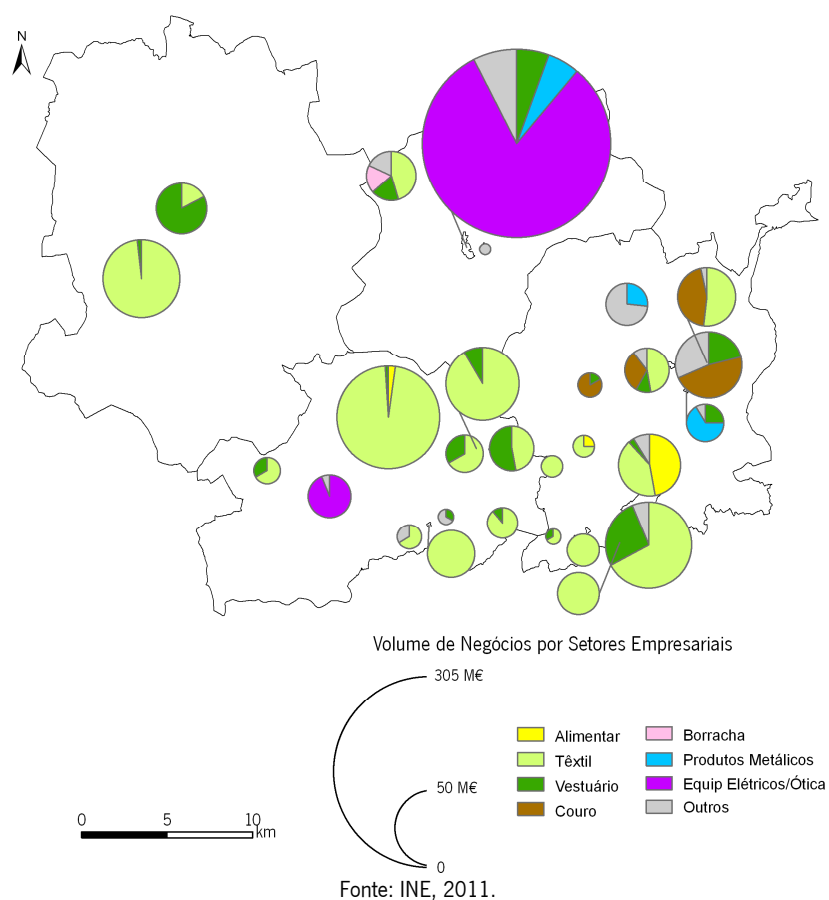


Figura 41: Volume médio de negócios e sua origem setorial nas ACE's

As ACE's com maior capital correspondiam àquelas onde estavam instaladas empresas de maior dimensão, como sejam os casos da Bosch (Lomar/Ferreiros), da Têxtil Manuel Gonçalves (Vale de São Cosme) e da Riopelle (Pousada de Saramagos).

Em suma, as condições locativas das indústrias do Quadrilátero eram muito diversas, sendo que 81% delas não estavam localizadas em nenhuma AAE. Estas empresas difusas apresentavam baixos volumes de negócios e de capital, que resultavam da pequena dimensão das empresas (40% tinha um capital inferior a 5 K€ e 62% empregavam menos de 10 pessoas). Em comparação com as ACE's e, em termos globais, os loteamentos acolhiam mais empresas, davam emprego a um maior número de pessoas e geravam um maior volume de negócios. Porém, em termos relativos, as empresas em ACE's tinham mais pessoal ao serviço, e um maior volume de negócios, em resultado da presença de empresas de maior dimensão. Enquanto os loteamentos tinham uma base setorial mais diversificada, as ACE's estavam mais dependentes das atividades ditas tradicionais, onde o têxtil/vestuário representava 61% das empresas.

#### **8.4. Fatores críticos do acolhimento empresarial no Quadrilátero**

A partir da análise feita ao longo dos Subcapítulos anteriores, apresenta-se de seguida uma síntese dos principais fatores críticos com que se depara o acolhimento empresarial no Quadrilátero.

##### **8.4.1. Modelo disperso e fragmentado das empresas e das AAE's**

À semelhança do que sucede com a urbanização, as indústrias do Quadrilátero encontram-se fortemente dispersas pelo território. A dispersão das atividades económicas continua a fazer do acolhimento empresarial um problema de ordenamento premente. Embora a atenuação deste problema seja uma tarefa complexa pelo facto de acompanhar o enraizado padrão de povoamento, o mesmo não se poderá dizer das AAE's, verificando-se que, em muitos casos, a dispersão foi estimulada pelas próprias políticas municipais.

A dispersão das empresas é um fenómeno extensivo aos quatro municípios, independentemente da dimensão e do setor de atividade das mesmas. Como se referiu, 82% das empresas transformadoras do Quadrilátero têm uma localização dispersa. Neste caso, as empresas coabitam frequentemente com outros tipos de utilização do solo, nomeadamente com o residencial. Trata-se de um problema de difícil resolução atendendo ao número de empresas

envolvido, mas que pode ser mitigado, através de políticas que privilegiem a sua deslocalização para os espaços dedicados (na atribuição de licenças de atividade, quando surge a necessidade de expandir o negócio, pela concessão de benefícios para as empresas, etc.).

A dispersão é também um fenómeno que caracteriza as ACE's. Neste caso, a dispersão está ligada às próprias origens dos espaços, isto é, à escolha de áreas que, num dado momento, foram favoráveis para um determinado tipo de atividade. A análise realizada demonstra que estes espaços apresentam baixos índices de qualificação, uma reduzida componente de serviços tecnológicos e de oferta de valências de apoio à gestão e facilitação dos negócios, mas que têm, ainda assim, relativa importância em termos de emprego e de geração de riqueza. As condicionantes destes espaços em termos de amenidades e até de espaço para ampliação é, regra geral, bastante limitativa para a evolução das atividades empresariais. As estratégias para debelar o problema destes espaços podem colocar-se em dois níveis. No caso dos mais debilitados, a estratégia poderá passar pela reconfiguração do uso, estimulando a saída das poucas empresas instaladas para outras áreas mais atrativas. No caso dos mais dinâmicos, a estratégia poderá ser a de melhorar as facilidades e as amenidades de apoio às empresas, numa lógica de tornar estes espaços mais competitivos e acolhedores. A disponibilização de áreas de expansão e a integração articulada com os usos envolventes serão medidas importantes no sentido de revitalizar estes espaços e de acautelar a conflituosidade dos usos.

As AAE's dedicadas correspondem aos espaços empresariais que foram previamente planeados para o efeito. As políticas municipais levadas a cabo ao longo das últimas décadas conduziram à dispersão de um grande número de pequenos loteamentos pelo respetivo território municipal, sobretudo no vale do Ave, com o objetivo de estimular lógicas de desenvolvimento local. Não se têm privilegiado o ordenamento integrado das AAE's nem à escala municipal, nem tão pouco ao nível supramunicipal. O resultado destas iniciativas tem levado a que as AAE's funcionem, em muitos casos, como espaços dispersos de arrumação de empresas, sem qualquer lógica de ordenamento, de seletividade setorial e de articulação regional.

O problema da dispersão das AAE's e, em particular dos loteamentos, é um dos principais obstáculos que se colocam à modernização empresarial e ao reforço da competitividade económica e territorial. A resolução deste problema passa, em grande medida, pela colocação em prática, por parte dos municípios, das diretrizes nacionais e regionais delineadas para o acolhimento empresarial. Ou seja, pela introdução de uma maior racionalidade e coerência territorial no planeamento destes espaços e por uma aposta clara no

reforço da qualidade das condições de acolhimento em detrimento do aumento da oferta dispersa. E ainda pela concertação dos projetos à escala supramunicipal. Porém, estes princípios parecem estar ausentes das estratégias dos municípios para o acolhimento empresarial, que continuarão a alimentar o processo de dispersão das AAE's e de aumento da oferta de solo industrial.

#### **8.4.2. Reduzidos níveis de qualificação**

Uma das características dominantes do acolhimento empresarial no Quadrilátero relaciona-se com a existência de baixos índices de qualificação. Como se disse, várias AAE's do Quadrilátero nem sequer são servidas por infraestruturas tão básicas, como redes de abastecimento de água e de saneamento. A principal causa para este problema reside na dispersão territorial destes espaços, o que torna bastante mais dispendiosa a sua integração nas redes de infraestruturas, que não chegam a alguns destes locais. A análise demonstra precisamente que os espaços periféricos são, por norma, mais desqualificados e têm menores índices de ocupação. São os casos, por exemplo, das AAE's de Sobreposta, Vilarinho Norte e Pocinhos e de Linhares e de Santa Maria de Souto. Há, portanto, uma correspondência entre a localização, o nível de qualificação e o índice de ocupação dos espaços que, por sua vez, se reflete nas características das empresas instaladas (setores tradicionais) e da mão de obra empregada (com baixas habilitações).

Alguns estudos realizados no âmbito do acolhimento empresarial da região corroboram a análise anterior. Na investigação conduzida pela AIM (2008a) é referido que os níveis de infraestruturização e de qualificação das AAE's do vale do Ave são inadequados para as necessidades atuais das empresas. No diagnóstico da Adrave (2008) é salientado que há um baixo índice de qualificação de um grande número de espaços, onde está particularmente descuidada a componente ambiental, tecnológica e social. O relatório da AIM (2008b), mais focalizado na eficiência ambiental das AAE's, revela que existem lacunas ao nível da gestão e da infraestruturização dos espaços, o que prejudica o seu desempenho ambiental.

A necessidade de aumentar os níveis de qualificação das AAE's surge à cabeça das principais preocupações das políticas e dos sistemas de incentivo público. A tónica passa a estar do lado da qualificação dos espaços e do reforço da sua cobertura por infraestruturas e amenidades em detrimento da construção/dispersão de mais áreas. Estas mesmas políticas têm sido colocadas em prática noutros países, como referem Louw e Bontekoning (2007). Contudo,



no caso do Quadrilátero, estes princípios parecem ainda estar longe do desejado, uma vez que as políticas públicas reveladas pelos municípios continuarão, previsivelmente, a privilegiar o aumento da oferta de solo industrial, deixando para segundo plano a necessidade de qualificar os espaços empresariais.

#### **8.4.3. Baixa taxa de ocupação**

Outro problema diagnosticado relaciona-se com a existência de baixos índices de ocupação em várias AAE's. As políticas seguidas pelos municípios levaram à criação de um elevado número de parques, com condições muito desiguais em termos de atratividade. Assim, em contraste com espaços muito competitivos e dinâmicos, surgem AAE's de localização mais periférica e com baixos níveis de qualificação, onde o número de empresas instaladas é baixo. O índice de ocupação é, pois, um reflexo da localização e das condições de atratividade dos respetivos espaços. Independentemente da dimensão e do número total de lotes de cada AAE, os espaços com maior taxa de ocupação são aqueles que têm uma melhor localização, bons acessos e bons índices de qualificação. Uma vez mais parece evidente que a causa deste problema reside nas políticas que privilegiaram a dispersão e o aumento da oferta de solo industrial. A ausência de estruturas que façam uma gestão eficiente dos espaços e que promovam a atração de investimento constitui outro problema. Em terceiro lugar, alguns estudos sugerem que a taxa de subocupação na região está também relacionada com o excesso de oferta para a procura existente (CCDRN, 2009a). Outros estudos, como o de Mazzarol et al. (2009) demonstram que, quando há uma grande oferta de solo industrial, há o risco de a produtividade ou eficiência espacial ser menor. Parece ter sido este o caso do Quadrilátero, onde o aumento da oferta não foi acompanhado por um proporcional número de empresas instaladas.

A percentagem média de lotes/pavilhões não ocupados identificada nas AAE's do Quadrilátero foi de 27%. O problema assume contornos mais graves em Guimarães, onde 36% dos lotes/pavilhões estavam vagos. E, pior do que isso, em nove AAE's, 50% ou mais dos lotes/pavilhões estavam devolutos.

Por outro lado, não é notória a existência de uma estratégia para resolver este problema. Os municípios têm um campo de manobra limitado, porque os espaços estão nas mãos dos privados. A atuação destes acaba por ser ineficiente, pois em cada AAE há um elevado número de proprietários que, frequentes vezes, se movem por interesses contraditórios, não sendo capazes de se unirem em torno de objetivos comuns. Deste modo, a ocupação dos

lotes/pavilhões livres vai-se fazendo de forma ocasional, à medida que surgem investidores. A falta de estruturas associativas e de gestão continua a ser um grande entrave à dinamização dos espaços empresariais. E as estratégias dos municípios, que preconizam a expansão de vários loteamentos e a criação de alguns novos poderão contribuir para agravar ainda mais a já de si baixa taxa de ocupação de muitas AAE's.

#### **8.4.4. Ausência de estruturas de gestão**

A estrutura gestora de uma AAE é, segundo a AIM (2008b), a organização pública e/ou privada que é responsável por gerir os serviços e as infraestruturas do espaço. Ora o estudo revela que nas AAE's do Quadrilátero não há qualquer estrutura de gestão, nem à escala supramunicipal, nem sequer ao nível municipal.

A falta destas estruturas é problemática, nomeadamente para os potenciais investidores. A informação sobre as AAE's encontra-se dispersa por várias entidades públicas e privadas (municípios, agências de desenvolvimento regional, associações industriais, sociedades promotoras, imobiliárias etc.), não há um sistema de informação integrado e atualizado sobre estes espaços e não existem entidades interlocutoras que os representem. Nestas circunstâncias, a obtenção de qualquer informação é um processo moroso e complexo.

Por outro lado, verificou-se que, se numa primeira etapa os municípios têm um papel determinante no planeamento territorial destes espaços, os privados assumem a liderança do processo nas fases seguintes (loteamento, edificação e venda). Deste modo, as AAE's transformaram-se em espaços privados, que estão nas mãos de dezenas de entidades (empresários, empreiteiros, imobiliárias, etc.). Neste quadro, a adoção de uma estrutura de gestão comum constitui um enorme desafio, pois implica a necessidade de fazer convergir e de representar os interesses de um tão grande número de agentes numa única entidade. Esta tarefa parece tanto mais complexa quando se constata que mesmo em torno de questões simples, como a segurança, a capacidade de entendimento entre os empresários é limitada, havendo escassos exemplos de associativismo.

Fazer convergir toda esta multiplicidade de atores e de interesses numa plataforma de gestão comum é, porventura, o maior desafio com que as AAE's do Quadrilátero se deparam, uma vez que implica a perda de poder e de capacidade de decisão dos privados e, ao mesmo tempo, acarretará novos encargos. Todo o processo seria mais fácil se os espaços empresariais fossem concebidos de raiz em regime condominial, pois vinculava os futuros proprietários às

tarefas de manutenção e de gestão dos espaços. Como não é o caso, a introdução deste novo modelo organizacional é bastante mais difícil, pese embora as políticas e os incentivos financeiros disponibilizados para a sua constituição. A ausência de resultados obtidos com alguns projetos levados a cabo neste domínio, como o da Adrave (2008), mostra que, apesar de imprescindível, esta medida dificilmente será implementada no terreno.

#### **8.4.5. As condições de acolhimento empresarial no Quadrilátero em síntese**

O Quadrilátero, bem como a região envolvente, distinguem-se pela forte implantação de empresas nomeadamente do setor transformador, que fazem deste território uma região fortemente exportadora. Contudo, as condições em que as empresas estão instaladas não são as ideais. Verifica-se que a maioria das indústrias não está localizada em áreas dedicadas ao acolhimento empresarial e que, mesmo nestas áreas, as lacunas são grandes, sendo raros os casos em que são oferecidas infraestruturas e amenidades avançadas às empresas e trabalhadores. Em larga medida, este problema tem origem nas políticas de ordenamento empresarial seguidas pelos municípios, que têm privilegiado a oferta de cada vez mais solo industrial em detrimento da sua qualificação. Associada a esta prática surgem vários problemas, como a dispersão/fragmentação das AAE's, os baixos níveis de qualificação, as taxas de subocupação de alguns espaços e a inexistência de verdadeiras fórmulas de gestão. Por isso, como alguns estudos salientam (Silva et al., 2008), as AAE's nesta região acabam por não cumprir nenhum dos objetivos subjacentes à sua criação: não contribuem para um melhor ordenamento do território e proteção ambiental, não concorrem para o reforço da competitividade das empresas e não estimulam o desenvolvimento local.

A mitigação destes problemas é um imperativo que deve instruir as políticas de planeamento para o acolhimento empresarial, indo assim ao encontro das diretrizes nacionais e regionais delineadas para o efeito. Em primeiro lugar, a aposta na oferta deve dar lugar ao investimento na qualificação dos espaços, sobretudo no que respeita à melhoria da cobertura pelas redes de infraestruturas e das condições de acesso e de circulação. O pensamento fragmentário deve dar lugar a políticas municipais que pugnem pela integração e pela articulação dos espaços. As políticas seguidas não são sustentáveis nem do ponto de vista do ordenamento do território, nem da racionalidade económica dos investimentos. O papel de cada AAE deve ser equacionado à escala de cada município em função dos seus objetivos e

abrangência territorial. Isso permitirá estruturar as AAE's de acordo com a sua importância competitiva (espaços de âmbito local, municipal ou regional) e, assim, racionalizar os investimentos consoante o retorno esperado. Neste quadro, o reforço da integração física e institucional das AAE's e das empresas permitirá explorar complementaridades e sinergias do potencial instalado nos vários espaços empresariais. Em segundo lugar, o modelo de planeamento local das AAE's deve passar a fazer-se à escala supramunicipal. Só desta forma será possível concertar projetos que sejam mutuamente benéficos, fazendo com que a política concorrencial dê lugar ao princípio de *coopetição* entre os espaços empresariais que, desta forma, poderão ser melhor dimensionados e terem uma maior componente infraestrutural e de amenidades. Além disso, o planeamento à escala supramunicipal poderá ser uma das fórmulas para travar a fragmentação territorial e para tornar mais competitivos alguns espaços localizados nas áreas limítrofes dos municípios. Em terceiro lugar, a adoção de um sistema eficaz de gestão é imprescindível para tornar mais competitivos os espaços empresariais do Quadrilátero. Verificou-se que este sistema não existe à escala da rede, nem sequer ao nível dos municípios ou das próprias AAE's. Apesar de ser a medida mais difícil de implementar, devido ao elevado número de entidades e à natureza privada da quase totalidade dos espaços empresariais, todos os esforços devem ser envidados para materializar esta ação. A sua implementação é essencial para gerir de uma forma mais eficiente e profissional os espaços empresariais, potenciando a utilização dos recursos comuns, o *upgrading* das AAE's, as políticas ativas de promoção e a integração dos parceiros em redes à escala municipal/supramunicipal. Paralelamente, o desenvolvimento de um sistema de informação em contínua atualização sobre os espaços empresariais (lotes e pavilhões disponíveis, áreas, preços, etc.) seria muito útil para reforçar a capacidade de captação de investimento do Quadrilátero.

Com maior ou menor incidência, os problemas descritos são percecionados pelos empresários instalados nas AAE's do Quadrilátero. No Capítulo seguinte apresentam-se as principais conclusões de um inquérito, onde os empresários fazem uma avaliação das condições oferecidas pelas AAE's em que estão instalados.

## **9. Comportamento locativo dos agentes – análise dos inquéritos**

O objetivo do presente Capítulo é o de apresentar as principais ideias-chave obtidas com o inquérito feito aos empresários localizados nas AAE's do Quadrilátero. Com a realização do inquérito procurou-se analisar os motivos que estiveram na origem da fixação das empresas nas AAE's, recolher a opinião dos empresários em relação às condições oferecidas pelas áreas de acolhimento e determinar o seu futuro comportamento locativo. O conhecimento desta informação foi importante para estabelecer os critérios e as regras que regulam o comportamento dos agentes no modelo.

### **9.1. Processo de recolha de informação e objetivos**

O processo de inquirição aos empresários desenrolou-se em paralelo com o trabalho de levantamento da informação em falta para as AAE's. A realização do inquérito procurou incidir sobre quatro aspetos essenciais. O primeiro deles foi o de tentar perceber quais os motivos que estiveram na origem da escolha das AAE's como local de instalação. Procurou-se deste modo perceber quais os elementos que os empresários mais valorizaram no processo de seleção dos espaços. O segundo foi o de analisar o grau de satisfação dos empresários em relação às condições oferecidas pelas AAE's. O terceiro procurou esclarecer se existem redes mais ou menos consolidadas à escala municipal ou supramunicipal entre as empresas instaladas nas AAE's. O quarto foi o de identificar as estratégias de (re)localização futura, procurando entender se há uma correlação entre ela e o grau de satisfação demonstrado pelos empresários em relação às condições oferecidas pelos espaços.

O inquérito foi previamente estruturado, sendo constituído por 14 questões (ver formulário em anexo). A estrutura adotada foi a de um inquérito fechado e o processo de inquirição decorreu entre julho e setembro de 2012. Foram apenas inquiridos empresários do setor transformador. Para se aferir o grau de concordância dos inquiridos em relação a algumas das questões utilizou-se a escala de Likert. Esta escala é um instrumento de medição muito usado nas ciências sociais, permitindo avaliar atitudes e percepções (Ferraz e Baria, 2006). A escala de Likert aplicada no inquérito baseou-se num conjunto de razões sobre as quais os inquiridos tiveram de emitir a sua concordância ou discordância, em função das seguintes opções: concordo totalmente (5), concordo (4), nem concordo nem discordo (3), discordo (2) e discordo totalmente (1). Esta escala de respostas foi apresentada aos inquiridos como sendo contínua e simétrica, desde o discordo totalmente ao concordo totalmente, sendo que as respostas pedidas eram limites de intervalos equidistantes nessa escala.

O processo de amostragem decorreu de modo sistemático com o intuito de diminuir os riscos de enviesamento dos resultados. Definiu-se que os inquéritos seriam realizados nas AAE's,

nos locais onde as empresas estão instaladas. Por outro lado, procurou-se que a amostra refletisse as características do tecido empresarial, mantendo a proporcionalidade em relação à tipologia do espaço, ao setor da indústria e ao número de empresas existente em cada AAE. A manutenção da proporcionalidade fez-se com o intuito de evitar a excessiva concentração de inquéritos em setores específicos, que podiam valorizar mais determinados fatores locativos em detrimento de outros. As características da amostra são aproximadamente coincidentes com as do tecido industrial instalado nos espaços empresariais (Quadro 12). Os desvios devem-se ao facto de não ter sido feita uma marcação prévia com os empresários a inquirir, pelo que nem sempre foi possível realizar inquéritos junto de empresas inseridas na tipologia de espaço e do setor e com a dimensão previamente segmentadas.

Em termos globais, o número de inquéritos realizado foi de 78, valor que corresponde a 9% das empresas transformadoras localizadas nas AAE's (em anexo pode ser consultado o painel de empresários inquiridos). Esta percentagem situa-se bem acima da margem mínima (1%) defendida por Kotler e Armstrong (1993) como sendo representativa do respetivo universo.

Quadro 12: Comparação dos resultados da amostra com as empresas localizadas nas AAE's

| Indicadores Estatísticos          | AAE's do Quadrilátero |      | Amostra |      | Diferença |
|-----------------------------------|-----------------------|------|---------|------|-----------|
|                                   | Total                 | %    | Total   | %    | %         |
| Nº Empresas por Município         | 865                   | 100  | 78      | 9    | -         |
| Barcelos                          | 115                   | 13,3 | 11      | 14,1 | +0,8      |
| Braga                             | 218                   | 25,2 | 23      | 29,5 | +4,3      |
| Guimarães                         | 322                   | 37,2 | 27      | 34,6 | -2,6      |
| Vila Nova de Famalicão            | 210                   | 24,3 | 17      | 21,8 | -2,5      |
| Nº Empresas por Tipologia Espaços | 861                   | -    | 78      | 9,1  | -         |
| Empresas em loteamentos           | 697                   | 80,6 | 68      | 87,2 | +6,6      |
| Empresas em ACE's                 | 168                   | 19,4 | 10      | 12,8 | -6,6      |
| Setores de Atividade              |                       |      |         |      |           |
| Alimentar/bebidas                 | 23                    | 2,7  | 3       | 3,8  | +1,1      |
| Têxtil/Vestuário                  | 406                   | 46,9 | 35      | 44,9 | -2,0      |
| Couro/Calçado                     | 29                    | 3,4  | 2       | 2,6  | -0,8      |
| Metalomecânica                    | 225                   | 26,0 | 23      | 26,9 | +0,9      |
| Recursos minerais não metálicos   | 41                    | 4,7  | 5       | 6,4  | +1,7      |
| Outros                            | 141                   | 16,3 | 10      | 15,4 | -0,9      |
| Dimensão (Nº Trabalhadores)       |                       |      |         |      |           |
| 0-9                               | 342                   | 39,5 | 22      | 28,2 | -11,3     |
| 10-19                             | 189                   | 21,8 | 20      | 25,7 | +3,9      |
| 20-49                             | 190                   | 22,0 | 19      | 24,4 | +2,4      |
| 50-249                            | 127                   | 14,7 | 15      | 19,2 | +4,5      |
| ≥ 250                             | 17                    | 2,0  | 2       | 2,6  | +0,6      |

Fonte: INE (2011); Inquérito às empresas instaladas nas AAE's (2012).

## **9.2. Motivos da localização nas AAE's**

Um dos principais aspetos chave que se pretendeu obter com o inquérito foi o da dimensão que a deslocalização de empresas tem no Quadrilátero. Os resultados obtidos demonstram que 64% das empresas localizadas em AAE's já estiveram implantadas noutros locais, sendo que 92% delas provêm de uma localização difusa. A deslocalização de empresas é, portanto, um fenómeno com forte incidência no Quadrilátero, tendo sido particularmente intenso ao longo da última década, quando 45% dessas empresas se mudaram para uma AAE.

O conhecimento dos motivos que estiveram na origem da instalação/deslocalização das empresas para as AAE's constituiu outro aspeto chave do inquérito. Os inquiridos foram confrontados com 10 fatores locativos, os quais tiveram que valorizar em função da sua importância, através da utilização da referida escala de Likert.

Dos 10 fatores apresentados, o aspeto mais valorizado, o único que obteve uma média (ponderada) acima de 4, foi a existência de uma área disponível para a instalação da empresa. Neste sentido, ao disponibilizarem um espaço (edificado ou apenas loteado) e com dimensões adequadas, as AAE's permitem eliminar um dos principais obstáculos que se colocam à entrada em funcionamento e, por vezes, à expansão do negócio de uma empresa. A importância deste fator é transversal a todos os setores industriais e aos quatro municípios.

Numa segunda ordem de importância há três fatores que atingiram uma ponderação compreendida entre 3 e 4. Neste grupo incluem-se as questões relacionadas com a localização geográfica da AAE (3,8), com as acessibilidades (3,6) e com a existência de um espaço infraestruturado (3,4). Estes três aspetos foram considerados como tendo uma relativa importância no processo de escolha das AAE's. Os inquiridos de Braga e de Vila Nova de Famalicão foram os que mais valorizaram os aspetos relacionados com a localização e com a (boa) acessibilidade das AAE's. A apreciação moderada que os inquiridos fizeram da componente infraestrutural talvez seja lisonjeira para a falta de infraestruturas verificada em muitos espaços.

Um dos fatores que poderia, à partida, julgar-se crítico para a instalação das empresas é o custo do solo. Porém, os resultados demonstram que há uma avaliação ligeiramente favorável desta variável (3,1) pelo que o preço do solo (aquisição ou arrendamento) não foi considerado um obstáculo para a instalação das empresas nas AAE's. De um modo geral, os inquiridos referiram que os preços praticados eram aceitáveis e que estavam em linha com o mercado,

embora nalguns casos tenham havido críticas pelo facto do custo não ter correspondência na qualidade das infraestruturas (por exemplo, na AAE do Chão da Mata, em Guimarães).

Os motivos pessoais surgem à cabeça dos vários fatores que receberam uma valorização inferior a 3 (2,9). Neste conjunto inserem-se razões como a proximidade à residência do empresário (ou dos seus trabalhadores), motivos familiares, preferências pessoais, etc. Como se referiu no Subcapítulo 2.2, estes fatores de localização assumem alguma importância no processo locativo das empresas.

Menos importantes ainda foram os fatores relacionados com a instalação da empresa nas AAE's como forma de estarem mais próximas dos fornecedores (2,4), de outras empresas importantes na cadeia de produção (2,4), de matérias-primas (2,3) ou do mercado consumidor final (2,3). Nos dois primeiros casos, foi possível constatar que a maior parte das empresas têm uma carteira de fornecedores (e de clientes) relativamente dispersa, sobretudo pela região norte de Portugal. Aliás, foram muito poucos os casos em que os empresários referiram ter fornecedores ou relacionamentos produtivos com outras empresas instaladas na mesma AAE. Tal facto vem demonstrar que a existência de um meio industrial e a *clusterização* de atividades são fenómenos que pesaram pouco na decisão locativa dos empresários. Os espaços empresariais do Quadrilátero, dada a sua pequena dimensão e a grande diversidade de atividades e de setores industriais instalados, apresentam um reduzido nível de *clusterização* das atividades e de relacionamento entre as empresas.

Os dois fatores menos valorizados foram a proximidade às matérias-primas e ao mercado consumidor final. No primeiro caso foi possível apurar que a maior parte das matérias-primas (e dos produtos semitransformados) que alimentam as indústrias procedem de outros locais, em muitos casos, vêm mesmo do estrangeiro. Por essa razão, este motivo foi considerado pouco relevante na escolha da localização. O mesmo se aplica à proximidade ao mercado consumidor. Apesar das AAE's estarem próximas dos mercados consumidores existentes nos centros urbanos do Quadrilátero e da própria AMP, constatou-se que a produção de diversas empresas se destina a mercados mais distantes ou mesmo longínquos.

Para além dos referidos fatores,  $\frac{1}{4}$  dos inquiridos fez questão de realçar outros motivos para a decisão de localização. O mais referido relaciona-se com o surgimento de uma oportunidade de negócio: um pavilhão que ficou devoluto, um trespasse, um contexto momentaneamente favorável em termos de preço. Nestes casos, houve um estímulo direto que desencadeou a tomada de decisão. Outra razão apontada foi a necessidade de expandir a



atividade. Frequentes vezes, as empresas principiaram em anexos ou em edifícios adjacentes às áreas residenciais, que ofereciam condições precárias, quer para a própria atividade, quer para a expansão do negócio. A mudança para as AAE's surgiu, assim, como uma opção que permitiu dar resposta às necessidades de crescimento da empresa. Ainda outro motivo, em parte associado ao anterior, foi o da obrigatoriedade da localização numa AAE como condição prévia para obter licenciamento para a atividade, tanto nos casos da criação de uma nova empresa, como nos da expansão de uma atividade já existente.

### **9.3. Grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelas AAE's**

Para além da avaliação dos motivos que levaram à instalação das empresas nas AAE's, procurou-se que os inquiridos classificassem as condições oferecidas pelo respetivo espaço à data da realização do inquérito. Foram consideradas 11 infraestruturas/serviços e recorreu-se de novo à escala de Likert para fazer essa avaliação.

A apreciação global dos 11 elementos revela que os empresários têm um grau de satisfação moderado em relação às condições oferecidas pelas AAE's (3,4). A avaliação das 11 componentes pode ser integrada em três conjuntos: as que obtiveram classificação superior a 3,5; as que tiveram uma classificação situada entre 3 e 3,5; e as que registaram uma apreciação inferior a 3.

No primeiro lote surgem quatro componentes que compreendem o ambiente entre as empresas, a acessibilidade, a adequação dos edifícios e a qualidade/adequação das infraestruturas. A existência de um bom ambiente entre as empresas foi a componente mais valorizada pelos inquiridos (3,8). O inquérito demonstrou que existe uma convivência razoavelmente satisfatória entre os empresários instalados nas diversas AAE's. Porém, este ambiente salutar esgota-se na convivência entre as empresas, não tendo prolongamento noutras vertentes que exigem uma maior cooperação entre elas.

O segundo aspeto mais valorizado (3,7) foi a acessibilidade das AAE's. Se a acessibilidade foi considerada pelos inquiridos como um dos motivos com maior impacto na decisão de deslocalização para as AAE's, a apreciação da situação atual foi ainda mais favorável, o que sugere que os níveis de acessibilidade melhoraram ao longo dos últimos anos. A avaliação mais favorável foi feita pelos empresários de Vila Nova de Famalicão (4,1) e a menos favorável pelos inquiridos de Barcelos (3,5). À escala individual das AAE's verifica-se que alguns espaços

tiveram baixas avaliações, seja pelo mau estado de conservação do piso das vias do próprio espaço (Chão da Mata) ou das vias de acesso às AAE's (Sobreposta, Boavista, Vila Boa). Numa situação oposta surgem os casos dos loteamentos de Celeirós, Frossos/Feital e Vilarinho das Cambas/Lousado, que obtiveram a classificação máxima em termos de acessibilidade.

A adequação dos edifícios para as necessidades das empresas registou uma ponderação de 3,7. A maior parte dos inquiridos considerou que os edifícios apresentam características ajustadas às necessidades da empresa em termos de área disponível, acessos para máquinas e veículos, ao nível do conforto, etc. Um dos aspetos alvo de críticas foi a dimensão mais ou menos padronizada dos edifícios industriais, que limita a expansão dos negócios. Foram identificados casos de empresas cuja atividade estava repartida por mais de um pavilhão e situações em que a dimensão dos edifícios impediu a expansão dos negócios. Alguns exemplos destes casos foram identificados nas AAE's de Sequeira, Santa Maria de Souto e Chão da Mata.

A avaliação das infraestruturas, considerando a sua qualidade e adequação, mereceu uma ponderação de 3,6. Ao contrário das componentes anteriores, onde houve um menor desvio nas respostas, neste caso foram identificadas variações mais acentuadas. Os inquiridos que atribuíram a classificação mais elevada às infraestruturas foram os de Braga (4), enquanto os de Barcelos deram uma nota menor (3,3). As avaliações mais desfavoráveis foram obtidas nas AAE's de Chão da Mata, Vila Boa e Padim da Graça. Ainda assim, era de esperar que os empresários tivessem uma pior perceção sobre a cobertura e a qualidade das infraestruturas, tendo em conta o carácter básico e as falhas identificadas no terreno. O resultado do inquérito sugere que os empresários estão razoavelmente satisfeitos com a cobertura existente, facto que não se poderá desligar das baixas exigências tecnológicas e ambientais associadas ao perfil dominante das empresas instaladas nos espaços empresariais do Quadrilátero.

No lote das componentes que tiveram uma apreciação intermédia (entre 3 e 3,5), a existência de facilidades para cargas e descargas de veículos pesados foi a mais valorizada (3,4). De uma forma geral, os loteamentos de maiores dimensões são aqueles que apresentam maiores facilidades para a circulação, manobras e estacionamento dos veículos pesados (loteamentos da Várzea, Celeirós, São João da Ponte, Ribeirão/Sam). Todavia, em  $\frac{1}{4}$  dos espaços empresariais foram identificados problemas relacionados com a inadequação das vias para a circulação de veículos pesados e com a falta de lugares de estacionamento. Estes problemas foram identificados, por exemplo, nas AAE's de Sequeira, Peneda, Antemil, Chão da Mata, etc. Ainda assim, em  $\frac{1}{4}$  dos espaços empresariais, os inquiridos referiram a existência de

problemas diversos relacionados com a dimensão exígua da rede viária interna para a circulação destes veículos e, mais frequentemente, com a insuficiência e com a forma desorganizada como se processa o estacionamento automóvel, que dificulta as manobras dos pesados. Estes problemas foram levantados em várias AAE's como, por exemplo, em Sequeira, Peneda, Antemil, Chão da Mata, entre outros.

Com uma avaliação no cômputo geral de 3,3, a segurança foi considerada como sendo razoavelmente favorável nos espaços empresariais. No entanto, 20% dos inquiridos queixaram-se da existência de problemas de insegurança (assaltos, vandalismo), nomeadamente em diversos espaços empresariais dos dois municípios do Ave e em Braga. Em nove deles, a falta de condições de segurança foi mesmo considerada como o principal ponto fraco dos espaços empresariais. Neste grupo incluem-se, por exemplo, as AAE's de Celeirós, Lomar/Ferreiros, Sequeira (Braga), Jesufrei, Requião (Vila Nova de Famalicão), Quinta do Lameirinho, Monte/Gondar e Monte da Carreira (Guimarães). As causas apontadas para a insegurança prendem-se com o insuficiente policiamento nos espaços empresariais, com a insuficiente iluminação pública e com a dificuldade em criar estruturas associativas, sobretudo nos espaços de maior dimensão.

O valor da renda pago, apesar de configurar um aspeto crítico, foi também classificado pelos inquiridos como sendo razoavelmente favorável (3,2). A opinião dominante é a de que o valor da renda está alinhado com os preços do mercado. Apenas um dos inquiridos manifestou a vontade de deslocalizar a empresa por motivos relacionados com este fator. Portanto, esta variável não parece exercer uma influência determinante na localização das empresas. Nota ainda para o facto do regime de arrendamento ser minoritário na amostra obtida: 68% dos inquiridos comprou o lote/edifício onde a empresa está instalada.

No que respeita à manutenção do espaço público por parte dos municípios, os inquiridos atribuíram-lhe uma classificação de 3,0, sendo que as apreciações mais desfavoráveis foram feitas pelos empresários de Barcelos (2,7) e as mais favoráveis pelos de Braga (3,4). Alguns empresários, sobretudo de Barcelos e de Guimarães, fizeram mesmo uma apreciação bastante crítica, referindo que os serviços municipais são responsáveis pelo abandono e pela decadência em que algumas AAE's se encontram (por exemplo, Chão da Mata, Padim da Graça, Tibães, Sobreposta, etc.).

As duas componentes que obtiveram uma pior classificação foram a cobertura por transportes públicos (2,9) e a qualidade/diversidade dos serviços existentes nas AAE's (2,8). No

primeiro caso, foi possível concluir que, só muito pontualmente, os transportes públicos passam no interior dos respetivos espaços empresariais (exemplos de Celeirós, Sequeira, Quinta do Lameirinho, São João da Ponte). Nos restantes casos, os transportes públicos passam a distâncias das AAE's que inviabilizam a sua utilização por parte dos trabalhadores. Outro problema apontado pelos inquiridos relaciona-se com os horários praticados pelas carreiras e com a baixa frequência dos serviços. A conjugação destes três fatores leva a que, na prática, a maior parte das pessoas se desloque para as AAE's de transporte privado. No cômputo geral, 33% dos inquiridos acham que os espaços empresariais têm uma boa ou muito boa cobertura por transportes públicos, enquanto 42% consideram que ela é má ou muito má.

A qualidade/diversidade dos serviços existentes nas AAE's acabou por ser a componente pior classificada, em particular pelos inquiridos de Barcelos que, em média, deram uma avaliação de 2,3. A opinião dominante é a de que há uma grande falta de serviços nos espaços empresariais, que obrigam as pessoas a deslocarem-se para fora, nomeadamente para recorrer a restaurantes. Há a noção de que a falta de amenidades se deve ao desinvestimento feito nas AAE's, quer por responsabilidade das entidades promotoras, quer pela ausência de políticas públicas de apoio e de crescimento para estes espaços. A falta de associações de empresários também foi sinalizada por alguns empresários como uma das causas da escassez de amenidades verificada nestes espaços. Apesar de 40% deles acharem que a qualidade/diversidade dos serviços é fraca ou muito fraca, foi possível concluir que alguns espaços receberam uma avaliação mais favorável, nomeadamente alguns localizados em Braga (Adaúfe e Celeirós) e em Vila Nova de Famalicão (Ribeirão/Sam e Vilarinho das Cambas/Lousado).

Em suma, a avaliação dos 11 indicadores revela que os inquiridos têm um grau de satisfação favorável, mas relativamente baixo (3,3) das condições oferecidas pelas AAE's. Nesta avaliação, os mais críticos foram os empresários de Barcelos (3,1) e os que expressaram uma opinião mais favorável foram os de Braga e os de Vila Nova de Famalicão (3,5). Foi possível constatar a existência de uma forte variabilidade nas respostas, tanto à escala municipal, como ao nível dos próprios espaços empresariais. Por outro lado, o estudo mostra que as áreas com pior classificação média correspondem a ACE's, sendo de destacar os espaços do Chão da Mata e de Padim da Graça, que surgem com uma classificação inferior a 2 (Quadro 13). Os espaços com melhor nota correspondem a loteamentos, onde se incluem os espaços de Celeirós e da Quinta do Lameirinho, com classificação média igual ou superior a 4 (Quadro 13).

Quadro 13: AAE's com melhores e piores avaliações médias por parte dos inquiridos

| Avaliação média | Identificação da AAE | Tipologia de AAE | Município              |
|-----------------|----------------------|------------------|------------------------|
| ≥ 4,00          | Quinta do Lameirinho | Loteamento       | Guimarães              |
|                 | Celeirós             | Loteamento       | Braga                  |
|                 | Pardelhas            | Loteamento       | Guimarães              |
|                 | Carreira (Fojo)      | Loteamento       | Vila Nova de Famalicão |
|                 | Lomar/Ferreiros      | ACE              | Braga                  |
| ≤ 2,00          | Paço                 | Loteamento       | Guimarães              |
|                 | Requião              | Loteamento       | Vila Nova de Famalicão |
|                 | Vila Boa             | Loteamento       | Barcelos               |
|                 | Padim da Graça       | ACE              | Braga                  |
|                 | Chão da Mata         | ACE              | Guimarães              |

Fonte: Inquérito às empresas instaladas nas AAE's (2012).

#### 9.4. Pontos fortes e pontos fracos das AAE's

Uma questão que está relacionada com a anterior prende-se com a identificação dos principais pontos fortes e fracos das AAE's. Neste caso, foi solicitado aos inquiridos que identificassem os três principais pontos fortes e fracos do espaço empresarial em que estão instalados.

No que respeita aos aspetos positivos, as três principais vantagens referidas incluem a boa acessibilidade, a localização geográfica e a existência de condições gerais atrativas para a atividade das empresas. No seu conjunto, 80% das respostas identificaram um destes três fatores como sendo um dos pontos fortes das AAE's. O padrão de respostas obtido apresenta, contudo, algumas variações em função do contexto territorial da AAE e da sua tipologia. A existência de bons acessos foi o ponto forte mais invocado pelos inquiridos de Braga e de Guimarães, tendo os de Vila Nova de Famalicão privilegiado mais a questão da localização e os de Barcelos a existência de *condições gerais favoráveis* para a atividade das empresas. Em termos de tipologia, os inquiridos instalados nos loteamentos valorizaram mais os aspetos relacionados com os bons acessos e a localização, enquanto os empresários em ACE's dispersaram as respostas por um maior número de fatores.

Em relação aos pontos fracos verifica-se que existe um maior rol de problemas. Os dois aspetos mais referidos foram a falta/má qualidade das infraestruturas (21%) e a existência de problemas ao nível dos acessos (21%). Pelo facto de serem duas componentes que interferem na capacidade produtiva e na logística das empresas, estes aspetos acabam por ser mais percecionados. O terceiro ponto fraco mais salientado foi a falta de segurança nas AAE's (12%), ao que se seguiu a ineficiente manutenção dos espaços públicos (8%), a inexistência de áreas de expansão (6%) e a falta de estruturas de gestão dos espaços (6%).

A análise mais fina das respostas revela algumas diferenças municipais. Nas AAE's de Barcelos e de Guimarães, os pontos fracos mais referidos foram os maus acessos (17% e 32% respetivamente); em Vila Nova de Famalicão os problemas ao nível das infraestruturas (38%) e das acessibilidades (29%) estiveram no topo das preocupações dos inquiridos; e em Braga 21% das críticas centraram-se nas debilidades apresentadas pela rede de infraestruturas. No que respeita à tipologia dos espaços, notam-se variações significativas nas respostas. Nas ACE's, houve dois pontos fracos que foram mais salientados: a falta/existência de problemas na rede de infraestruturas (31%) e os maus acessos (25%); nos loteamentos os pontos fracos invocados dispersam-se por mais fatores, à cabeça dos quais surgem os maus acessos (25%).

Em linhas gerais, constata-se que os principais pontos fortes e fracos identificados pelos inquiridos recaem sobre as mesmas componentes (localização e acessibilidades), dependendo do contexto territorial em que cada espaço está inserido. A fragmentação e a dispersão territorial dos espaços empresariais são uma das principais causas para esta dualidade de avaliações. Dos resultados obtidos não deixa de ser surpreendente o reduzido número de inquiridos que se reporta à falta de serviços e à baixa qualidade das infraestruturas existentes. Embora a existência de serviços de proximidade possa ter suavizado a apreciação, não é de descartar que o baixo nível de exigência das empresas, associado ao perfil produtivo dominante, terão exercido uma influência direta no desfecho dessa interpretação.

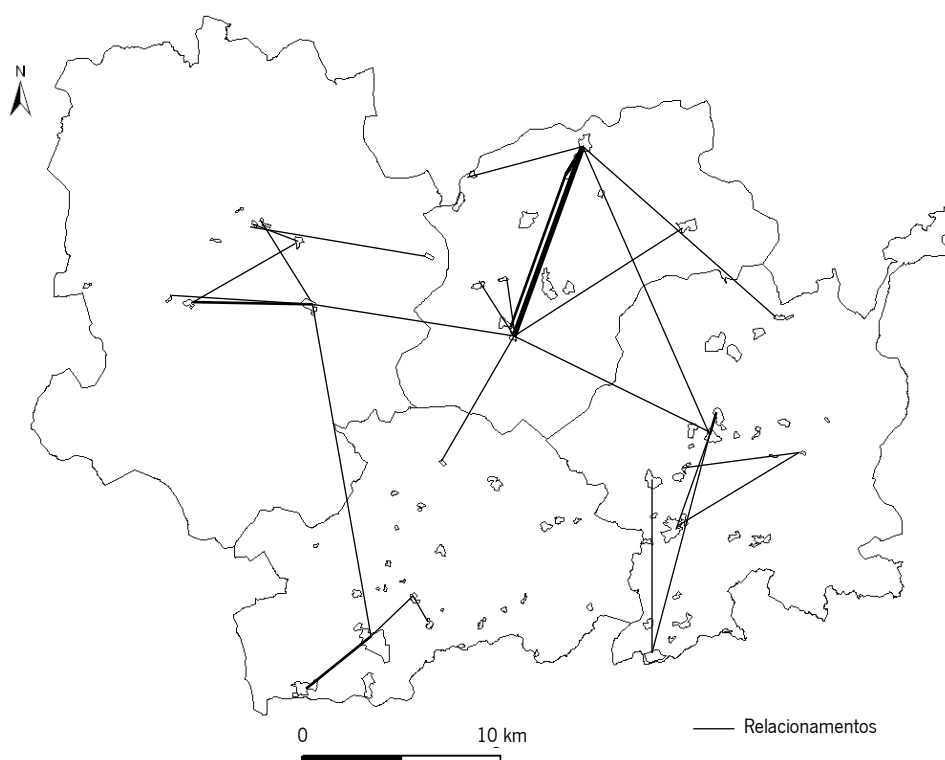
#### **9.5. Redes de relacionamentos entre AAE's e entre empresas localizadas em AAE's**

Como o caso de estudo é constituído pela rede urbana do Quadrilátero, no âmbito do inquérito foram colocadas duas questões para se aquilatar a existência de redes de relacionamentos entre as AAE's e entre as empresas localizadas naquelas áreas. O objetivo foi o de identificar a ocorrência de fluxos empresariais para se ter uma ideia da dimensão dos fluxos municipais e supramunicipais existentes no Quadrilátero.

No que se refere à rede de relacionamentos entre as AAE's, é de salientar que os inquiridos revelaram dificuldades em identificar a existência de relacionamentos privilegiados com outros espaços empresariais. A maior parte deles considerou não existirem redes consolidadas, referindo que prevalecem fluxos dispersos com várias AAE's localizadas dentro e fora do Quadrilátero. Esta perspetiva poderá resultar do conhecimento confinado à própria atividade que cada empresário tem, ignorando o que se passa ao nível do espaço empresarial no

seu todo. Com efeito, apenas 6% dos inquiridos indicaram que a AAE onde estão instalados tem relacionamentos mais estreitos com outros espaços, sendo que este fenómeno foi particularmente identificado nas três AAE's de maiores dimensões de Braga (Adaúfe, Celeirós e Pintancinhos). Porém, e dado o baixo número de respostas apuradas, a informação recolhida não dá indicações de que exista uma rede de relacionamentos entre as AAE's do Quadrilátero.

No caso dos relacionamentos entre as empresas, perto de metade dos inquiridos declarou que mantinha relacionamentos privilegiados com empresas localizadas noutras AAE's do Quadrilátero, das quais são fornecedores e/ou clientes (Figura 42).



Fonte: Inquérito às empresas instaladas nas AAE's (2012).

Figura 42:Relacionamentos entre empresas instaladas nas AAE's do Quadrilátero

A distribuição desses relacionamentos permite extrair algumas conclusões pertinentes. Em primeiro lugar, nota-se que a maior parte deles envolve empresas localizadas em AAE's do mesmo município. Em apenas 20% dos casos foram identificadas relações supramunicipais, nomeadamente com alguns espaços empresariais de Braga. Em segundo lugar, perto de metade dos fluxos obtidos ocorrem entre as AAE's de Braga, sendo bastante mais limitados nos outros municípios, sobretudo em Vila Nova de Famalicão. A rede Celeirós-Adaúfe foi aquela onde se diagnosticou uma maior intensidade de contactos empresariais, sendo ainda relevantes as

ligações entre Adaúfe-Pintancinhos e Celeirós-Pintancinhos. Outras redes com alguma expressão envolvem empresas das AAE's de Vila Frescaíha de São Pedro -Várzea (Barcelos), São João da Ponte-Quinta do Lameirinho-Mide (Guimarães) e Vilarinho das Cambas/Lousado-Ribeirão/Sam (Vila Nova de Famalicão). Em terceiro, os fluxos mais numerosos e intensos estabelecem-se em torno das AAE's de maiores dimensões, que têm, portanto, mais empresas instaladas. Em quarto, nota-se que os relacionamentos envolvem mais as empresas localizadas nos loteamentos do que aquelas que estão nas ACE's. Por último, foi referida a existência de alguns relacionamentos mais estreitos com empresas localizadas em AAE's situadas fora do Quadrilátero (Trofa, Santo Tirso, Fafe, etc.), mas o seu número não foi muito representativo.

As empresas, enquanto entidades que evoluem em sistemas abertos, funcionam como elos de uma cadeia produtiva mais vasta até o produto chegar ao consumidor final. No Quadrilátero, a amostra obtida sugere que os relacionamentos entre empresas localizadas nas AAE's têm alguma dimensão. Assim, o planeamento das AAE's, seguindo as recentes políticas nacionais e regionais para o acolhimento empresarial, deve ser equacionado de forma a aprofundar este tipo de articulação à escala municipal e supramunicipal.

## **9.6. Futuras deslocalizações das empresas: motivos e espaços de destino**

Na análise feita no Subcapítulo 9.2, referiu-se que 64% dos empresários inquiridos tinham estado implantados noutra local, sendo que em 92% dos casos essa localização anterior tinha sido fora de uma AAE. Tendo por mote esta constatação, será importante analisar se há um número substancial de empresários que tenciona mudar-se para um novo local e quais as motivações subjacentes a essa decisão.

A principal conclusão que se obteve com o inquérito é a de que a esmagadora maioria dos empresários (90%) não tenciona deslocalizar-se das AAE's onde estão instalados, o que dá a ideia de que estão minimamente satisfeitos com as condições oferecidas. Os que manifestaram maior intenção de se deslocalizar foram os empresários de Barcelos (18%) seguidos dos de Guimarães (14%). No outro extremo surge o caso de Vila Nova de Famalicão, onde nenhum dos inquiridos manifestou propósito de se mudar para um novo local. Por outro lado, verifica-se que a percentagem dos que estão instalados em ACE's e que revelaram intenção de se deslocalizar (20%) é superior à dos que estão em loteamentos (9%). Esta diferença poderá ficar a dever-se às condições mais precárias que as ACE's têm em comparação com os loteamentos.



Contudo, o cruzamento da informação não permite identificar uma correlação clara entre a avaliação geral dos espaços feita pelos inquiridos e a decisão de deslocalização. Deste cruzamento é possível extrair-se as duas situações-tipo seguintes:

a) empresários que classificaram de forma desfavorável (notação 1 e 2) as AAE's e que revelaram intenção de se deslocalizar: neste grupo enquadram-se 25% dos que tencionam deslocalizar-se. Os motivos invocados para a decisão prendem-se com a fraca qualidade das infraestruturas e dos serviços que servem as AAE's e com a perda de importância dos fatores que levaram à instalação nesses locais (baixo custo do solo). Nestes casos há uma correlação entre a insatisfação relativa às condições dos espaços empresariais e a decisão de sair;

b) empresários que classificaram de forma razoável (notação 3) ou favorável (notação 4 e 5) as AAE's e que revelaram intenção de se deslocalizar: é neste grupo que se enquadra a maior parte daqueles que pretendem mudar-se para um novo local (63%). Neste grupo, os motivos de saída prendem-se com questões que transcendem a qualidade dos espaços, estando maioritariamente relacionados com a falta de áreas de expansão e/ou com a dimensão insuficiente dos pavilhões. Em 80% destes casos, a falta de espaço foi apresentada como a causa da futura deslocalização e apenas num caso o valor da renda surge como razão dessa decisão.

Em suma, apesar de um número significativo de empresas ter estado noutros locais, verifica-se que as perspetivas de deslocalização futura são muito menos pronunciadas. Isso poderá estar relacionado com o facto de muitas delas serem provenientes de localizações dispersas, onde as condições de acolhimento empresarial eram muito mais precárias. Tal facto explicará o grau de satisfação (razoável) manifestado em relação aos espaços empresariais onde estão instalados. Por outro lado, a conjuntura de dificuldades económicas e financeiras também surge como fator dissuasor de que um maior número de empresas se desloque para novos espaços. Aqueles que pretendem fazê-lo justificam tal decisão com a necessidade de mais espaço ou de expandir o negócio. Outros motivos com menor representatividade compreendem, por exemplo, a inadequação das infraestruturas, a falta de serviços, e o valor da renda.

Em relação aos inquiridos que mostraram intenção de se deslocalizar, 88% afirmaram que o futuro local de destino será no mesmo município. Apenas um inquirido referiu que iria para outro município do Quadrilátero, alegando a oportunidade de um bom negócio como motivo da operação. Nenhum deles mostrou intenção de se deslocar para fora do Quadrilátero.

### **9.7. O comportamento locativo dos agentes empresas – principais conclusões**

O objetivo prioritário do inquérito foi o de conhecer o grau de satisfação dos empresários em relação às condições oferecidas pelas AAE's e, ao mesmo tempo, o de perceber o seu comportamento locativo passado e futuro. O conhecimento desta informação foi importante por dois motivos. Desde logo para robustecer o diagnóstico dos espaços empresariais do Quadrilátero com a perspetiva daqueles que ali trabalham diariamente. Mas também para afinar os critérios e as regras do modelo, que irão regular o processo de deslocalização das empresas.

Em traços gerais, o inquérito corroborou várias análises formuladas a partir do diagnóstico feito no terreno e da informação previamente compilada, mas revelou também vários aspetos que, *a priori*, não seriam muito expectáveis. Em síntese, confirmou que: as acessibilidades e a localização aparecem como pontos fortes na maioria das AAE's; as vantagens inerentes à disponibilização de espaço disponível, infraestruturado e com bons acessos foram determinantes na decisão de localização nas AAE's; a falta de entidades de gestão é uma lacuna que prejudica a dinamização dos espaços; e que não existe uma rede verdadeiramente estruturada de AAE's nem à escala municipal, nem muito menos ao nível supramunicipal. E reforçou a noção de que as ACE's são espaços menos atrativos do que os loteamentos.

Por outro lado, a recolha da opinião dos inquiridos permitiu chegar a algumas conclusões mais inesperadas. Não tanto ao nível da avaliação globalmente favorável que foi feita aos espaços, mas mais ao nível da avaliação favorável atribuída à cobertura por infraestruturas (onde foram identificadas carências diversas) e à surpreendentemente reduzida perceção de que a ausência de serviços não é vista como um dos principais pontos fracos. Esta conclusão sugere que as empresas apresentam baixos índices de exigência em relação à qualidade e à diversidade das *facilities* e das *amenities* existentes nas AAE's, facto que ficará a dever-se ao perfil produtivo e tecnológico dominante, à origem dispersa de muitas delas (onde as carências eram muito maiores), mas também à existência de serviços de proximidade nos meios urbanos, que compensam a sua falta nas AAE's. Outros aspetos que à partida não eram expectáveis prendem-se com a reduzida influência que o custo do solo exerce (e exerceu) no comportamento locativo das empresas e que o principal motivo invocado para as deslocalizações é a falta de espaço para expansão dos negócios. Também se esperaria que uma maior percentagem de empresários pretendesse mudar de localização, o que não sucede por estarem satisfeitos com as condições oferecidas pelos espaços e pela conjuntura económica adversa.

## **Parte IV: O modelo de simulação de políticas para as AAE's**

O objetivo do modelo proposto neste estudo é o de simular o impacto de diferentes políticas na atratividade das AAE's do Quadrilátero. Nesta parte do trabalho apresentam-se as principais etapas consideradas na construção do modelo e descrevem-se os resultados obtidos. Começa-se por apresentar as linhas gerais que presidiram à construção do modelo. Detalha-se a forma como se definiu o índice de atratividade de cada AAE e especificam-se as regras associadas ao comportamento locativo das empresas e das condições em que estas são suscetíveis de se deslocar. De seguida explicitam-se os fundamentos subjacentes à criação de cada um dos cinco cenários e as condições associadas a cada um deles. Apresentam-se ainda e justificam-se as razões que levaram à utilização da plataforma NetLogo na simulação. Depois passa-se à apresentação dos resultados obtidos, analisando o impacto de cada cenário ao nível do desempenho locativo das AAE's e do comportamento das empresas. Com base nos resultados obtidos, procura-se validar várias hipóteses sobre as políticas de acolhimento empresarial previamente formuladas. Por último, a partir dos resultados obtidos, procede-se à apresentação de uma proposta de uma rede de AAE's para o Quadrilátero. Isto responde, de certa forma, às orientações das políticas nacionais e regionais e a um dos objetivos da agenda temática para o acolhimento empresarial do Quadrilátero.

## **10. O processo de construção do modelo**

Neste Capítulo apresentam-se os principais aspetos que foram tidos em consideração na construção do modelo. Os tópicos abordados compreendem: o enquadramento teórico do modelo, a explicitação de como foi definida a atratividade das AAE's, a descrição das regras/critérios que regulam a deslocalização das empresas, a apresentação dos objetivos pretendidos com cada um dos cenários de simulação e os procedimentos adotados na construção do modelo através da plataforma NetLogo.

### **10.1. Questões epistemológicas relacionadas com o modelo**

No âmbito do planeamento do território, há um consenso generalizado de que a coordenação das políticas à escala supramunicipal acarreta inúmeras vantagens em termos da racionalização dos investimentos, da coerência territorial das ações, dos efeitos de escala das medidas e da complementaridade das ações, entre outras. Esta ideia tem sido promovida pela UE e adotada em diversos países (Geerlings e Stead, 2003; Gallez et al., 2010; Assche e Djanibekov, 2012). A prática de planeamento integrado à escala supramunicipal é vista como forma de atingir políticas mais sustentáveis. Também em Portugal, o aprofundamento do planeamento intermunicipal surge como uma orientação veiculada por alguns instrumentos de nível superior, como sejam os casos do PNPT ou dos PROT's (como no PROT-N).

O desenvolvimento destas soluções integradas requer a existência de uma estreita coordenação de políticas entre diversos atores e instituições. A coordenação das políticas de planeamento reporta-se, assim, a um aumento da coerência, seja ao nível setorial (coordenação horizontal), administrativo (coordenação vertical) ou territorial (cooperação de base local). Apesar do enfoque destas políticas, os estudos sobre os benefícios e os resultados destas medidas são relativamente escassos (Levy et al., 2011). Com efeito, a coordenação de políticas requer tempo, esforços mútuos, recursos e espírito de compromisso. Na literatura, a maior parte dos estudos centra-se em torno de dois temas principais: na análise das políticas públicas que estimulam a coordenação; e no estudo dos obstáculos que se deparam à sua efetivação. Os impactos territoriais dessas medidas são bastante menos abordados, facto que é considerado por alguns autores como uma lacuna na literatura (Levy et al., 2011). Por exemplo, não está suficientemente estudada a forma como a prática de um planeamento mais integrado à escala supramunicipal afeta o padrão de transformação de uso do solo ou da mobilidade das populações. Porém, as decisões individuais dos municípios têm repercussões nos territórios vizinhos, nomeadamente em termos de uso do solo e dos transportes, uma vez que as infraestruturas de transportes conectam os territórios, condicionando a deslocação de pessoas e

a localização das atividades económicas. Por isso, é pertinente estudar os impactos que os diferentes tipos de coordenação exercem na prática de um planeamento do território mais sustentável. Por exemplo, poderá um município promover políticas de planeamento sustentáveis individualmente ou é necessário que os municípios vizinhos prossigam políticas idênticas para atingir esse fim?

À escala dos municípios, a cooperação desenrola-se num ambiente estreito caracterizado pela competição e pela cooperação interterritorial. Por um lado, os municípios competem entre si em diversas escalas/níveis por receitas, investimentos públicos e privados, equipamentos, residentes, turistas, etc. A competição coloca-se ainda ao nível da atribuição de condições mais vantajosas (subsídios, isenções, reduções de taxas, etc.) para atrair esses recursos. Esta noção leva ao modelo de Tiebout, que considera que os municípios de uma região oferecem condições variáveis a preços (cargas fiscais) diversos. Considerando que os indivíduos/empresas fazem avaliações diferentes das condições oferecidas e que têm diferentes disponibilidades financeiras para pagar esses custos, eles irão deslocar-se de um município para outro(s) até encontrarem aquele que permita maximizar os ganhos. Este modelo baseia-se em alguns pressupostos, mas releva que as políticas municipais e a concorrência entre os municípios exercem forte influência na decisão de localização. Mas, por outro lado, há a noção de que a coordenação e a cooperação intermunicipal acarretam diversos benefícios. As sinergias resultam dos mecanismos de cooperação, das complementaridades e das externalidades positivas (os custos da participação na rede são menores que os benefícios da cooperação). Por isso, a atuação dos municípios desenrola-se no já referido ambiente de *coopetição*, que pressupõe uma dosagem equilibrada entre competição e coordenação/cooperação.

Por outro lado, a modelação baseada em agentes revela-se particularmente útil para analisar este tipo de relacionamentos. Como se referiu no Subcapítulo 3.3, os agentes podem desenvolver comportamentos de coordenação. Além disso, nesse mesmo Subcapítulo mencionou-se que a coordenação é um dos principais tipos de interação em modelos com agentes. Por isso, o recurso a MBA's para estudar os fenómenos de coordenação e de competição entre entidades revela-se particularmente adequado.

É no âmbito desta problemática que se enquadra o modelo proposto no presente estudo. No modelo propõe-se analisar de que forma este território poderá melhorar as condições em que é feito o acolhimento das empresas. O foco do modelo centra-se nas AAE's e procura explorar o impacto que diferentes tipos de intervenção, com desiguais níveis de coordenação

supramunicipal, poderão ter na capacidade atrativa dos espaços empresariais do Quadrilátero. A escolha do acolhimento empresarial e da localização de empresas como fenómenos a simular deveu-se a várias razões. Desde logo, porque o acolhimento empresarial constitui uma das agendas temáticas do Quadrilátero. Em segundo lugar, porque o acolhimento empresarial tem implicações em diversos fenómenos de base territorial: nos índices de desenvolvimento, no padrão de alteração do uso do solo, na geração e no volume de tráfego, no planeamento dos transportes, das infraestruturas, de equipamentos, etc. Em terceiro lugar, porque os municípios exercem um papel determinante na localização das empresas, seja através do regime fiscal, seja através das políticas públicas preconizadas para o acolhimento das empresas (no zonamento das AAE's, na infraestruturização do território, etc.). Em quarto lugar e, dentro do possível, para mitigar a falta de estudos existente na literatura sobre o tema em apreço.

Para analisar a forma como as diferentes políticas municipais afetam a atratividade das AAE's e, desse modo, o padrão de localização das empresas, foram considerados cinco cenários. Cada cenário corresponde a uma diferente política, isto é, a um tipo de intervenção com um determinado nível de coordenação supramunicipal. O objetivo é o de demonstrar o impacto que cada um deles poderá ter na atratividade das AAE's. Na conceção do modelo foram assumidos alguns pressupostos que simplificam o complexo processo de tomada de decisão por parte dos municípios (em relação às políticas) e das empresas (em relação ao processo de deslocalização). Assim, assumiu-se que os municípios são as únicas entidades com capacidade para condicionar as políticas de acolhimento empresarial. São as entidades responsáveis por disponibilizar as infraestruturas, os serviços e por melhorar a acessibilidade às AAE's. Condicionam tanto a cobertura, como a qualidade das infraestruturas e das amenidades existentes. São ainda as entidades responsáveis pela disponibilização de novos espaços empresariais (as AAE's previstas). A atuação dos municípios visa atrair mais empresas para os seus espaços empresariais, com o objetivo de estimular o desenvolvimento do território e de aumentar as receitas fiscais. Do lado das empresas, assumiu-se que a escolha da nova localização é condicionada em função das características das AAE's, nomeadamente da diversidade e da qualidade das infraestruturas e dos serviços existentes, dos níveis de acessibilidade e do preço do solo industrial. Outros fatores que foram considerados incluem a disponibilidade de espaço (lotes/pavilhões) para a instalação das empresas e a distância a que os espaços empresariais estão instalados. Por outro lado, limitou-se a simulação às empresas da

indústria transformadora instaladas no Quadrilátero e assumiu-se que a oferta de solo industrial apenas seria preenchida por empresas fixadas no Quadrilátero (procura interna).

Os resultados obtidos com os cenários podem ser confrontados com vários indicadores. O primeiro deles refere-se à eficácia da estratégia adotada, que se prende com o número de empresas localizadas nas AAE's. Ou seja, para ser eficaz, uma estratégia deverá contribuir para atrair o maior número possível de empresas para os espaços empresariais. O aumento da eficácia de uma estratégia dependerá da melhoria do desempenho locativo das AAE's. Noutro patamar, os cenários poderão servir para analisar a sustentabilidade das políticas adotadas. Este indicador afere-se pela permanência das empresas nas AAE's, sendo indicativo de que as condições iniciais não sofrem uma regressão com o passar do tempo. Relacionado com este surge um terceiro indicador, que se prende com a utilidade e com o grau de satisfação obtido pelas empresas nas suas localizações.

Com os resultados obtidos com a simulação dos vários cenários pretende-se ainda que o modelo valide (ou não) um conjunto de hipóteses sobre o impacto dessas políticas no desempenho locativo das AAE's. As hipóteses formuladas são as seguintes:

- Hipótese 1: a coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento da atratividade de todas as AAE's;
- Hipótese 2: a coordenação supramunicipal das políticas conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE's nos municípios;
- Hipótese 3: a coordenação supramunicipal das políticas gera uma diminuição da dispersão das empresas de igual forma nos quatro municípios;
- Hipótese 4: as políticas de qualificação das AAE's provocam um aumento da taxa de ocupação de todas as AAE's;
- Hipótese 5: as políticas de promoção de espaços empresariais desqualificados e dispersos são ineficazes na atração de empresas;

## **10.2. Descrição das etapas de construção do modelo**

O modelo foi construído de uma forma sequencial, tendo sido adotados um conjunto de regras e de procedimentos para regular o seu modo de funcionamento. As duas principais entidades do modelo são as AAE's e as empresas. Nos dois Subcapítulos seguintes descreve-se a forma como se definiu o nível de atratividade das AAE's, bem como os critérios que foram utilizados para regular a deslocalização das empresas.

### 10.2.1. Critérios utilizados na definição da atratividade das AAE's

A definição do nível de atratividade seguiu as orientações de Bodenmann e Axhausen (2010), baseando-se no nível de infraestruturas, de amenidades, de acessibilidade e dos custos de produção verificados em cada AAE. Para definir a cobertura existente em cada espaço empresarial, recorreu-se à informação que foi obtida com os inquéritos aos municípios e com o levantamento feito nos próprios espaços empresariais.

Com base na informação sobre a existência (1) ou a inexistência (0) das diversas infraestruturas e amenidades, foi calculada a percentagem de cobertura de cada uma das 79 AAE's, através da seguinte forma:

$$R_{Inf} = \left( \frac{\sum (Inf) \times 100}{16} \right)$$

onde:

$\sum Inf$  – Somatório das classificações associadas às infraestruturas;

16 – É o número de indicadores considerados nas infraestruturas (rede de água, rede de águas residuais, ETAR, ecoponto, ecocentro, rede elétrica (alta e média tensão), rede de telecomunicações, fibra ótica, rede gás natural, rede viária interna, estacionamento automóvel, iluminação pública, rede de rega, bocas de incêndio e instalações/equipamentos desportivos).

$$R_{Ameni} = \left( \frac{\sum (Ameni) \times 100}{14} \right)$$

onde:

$\sum Ameni$  – Somatório das classificações associadas às amenidades;

14 – É o número de indicadores considerados nas amenidades (serviço de limpeza, recolha de resíduos, transportes públicos, posto de combustível, estação de serviço, serviço de segurança, manutenção de infraestruturas, associação de empresários, café, restaurante, banco, correios, unidades comerciais e edifício multiusos).

O nível de atratividade de cada AAE em relação a estes dois indicadores foi, então, determinado pela percentagem obtida em cada caso. Em relação às acessibilidades, os procedimentos utilizados no cálculo da classificação foram ligeiramente diferentes. Foram considerados os critérios apresentados no Quadro 1 (Ramos e Mendes, 2001) para a análise da proximidade das AAE's às diversas infraestruturas de transportes referidas no Subcapítulo 7.1 (estradas nacionais, nós de autoestradas, terminal ferroviário da Aveleda, aeroporto do Porto e porto de



Leixões). A utilização destes critérios permitiu, então, classificar cada AAE como tendo uma acessibilidade:

Excelente:  $D \leq (D_{\text{máx}} / 2)$ ;

Aceitável:  $D_{\text{máx}} \leq D < (D_{\text{máx}} / 2)$ ;

Péssima:  $D > D_{\text{máx}}$ .

onde:

D – Distância à infraestrutura de transporte;

$D_{\text{máx}}$  – Distância máxima admissível para cada situação.

As três situações-tipo foram depois convertidas no seguinte sistema de pesos:

Excelente: classificação = 1

Aceitável: classificação = 0,5

Péssima: classificação = 0

Com base na pontuação anterior procedeu-se depois ao cálculo da percentagem do nível de acessibilidade de cada AAE:

$$R_{\text{Acess}} = \left( \frac{\sum (\text{Acess}) \times 100}{5} \right)$$

onde:

$\sum \text{Acess}$  – Somatório das classificações atribuídas aos vários níveis de acessibilidade;

5 – É o número de indicadores considerados na acessibilidade (proximidade a estradas nacionais, a nós de autoestradas, ao terminal ferroviário da Aveleda, ao aeroporto do Porto e ao porto de Leixões).

Desta forma chegou-se a uma percentagem que reflete o nível de acessibilidade (traduzido pela distância) a um conjunto de infraestruturas de transportes. Um valor de 100% significa que a AAE tem uma localização excelente em relação às cinco infraestruturas de transporte e um valor de 0% significa que tem uma localização péssima.

Em relação aos custos de produção, foram consideradas diversas variáveis, mas foi apenas incluído o custo médio do solo identificado em cada AAE. As outras variáveis ponderadas foram os custos salariais (bem como o capital humano) e os custos de algumas *utilities* (eletricidade, gás, telecomunicações, água). No primeiro caso e, atendendo à escala subregional do caso de estudo, é de admitir que não existam discrepâncias em termos salariais. No caso das *utilities*, a análise efetuada demonstrou não existirem diferenças significativas, exceção feita ao preço da água, que denota maior variabilidade. Todavia assumiu-se que estes custos eram

homogéneos nas AAE's dos quatro municípios. Quanto ao preço do solo e, não obstante o inquérito demonstrar que não tem sido determinante para a (des)localização das empresas, é um fator que não pode ser escamoteado, pois configura um elevado custo (compra e/ou arrendamento) para as empresas. Como se referiu, esta variável foi uma das mais difíceis de determinar, tendo em conta o número de proprietários e de situações prediais presentes em cada espaço empresarial. O custo do solo utilizado no modelo resulta da média dos preços obtidos em cada AAE, assumindo-se que esse valor é extensivo a todos os lotes de cada AAE. Foi considerada a média do valor dos pavilhões construídos que se encontravam à venda à data do levantamento da informação (2012).

As condições locativas de cada AAE são, então, determinadas pela conjugação dos níveis de infraestruturas, amenidades, acessibilidades e do custo do solo de cada espaço (Figura 43). A ideia subjacente à definição destes níveis de atratividade é a de que a mudança de uma empresa represente uma melhoria da sua situação locativa. Para além disso, considerou-se que apenas as AAE's com lotes disponíveis poderiam acolher empresas. O número de empresas que cada AAE pode receber seria igual ao número de lotes vagos existentes nesse espaço. No modelo foram considerados vários cenários para se perceber até que ponto a alteração das condições locativas poderia afetar a dinâmica das AAE's. Cada um dos cenários formulados provoca alterações na atratividade, nomeadamente na percentagem de infraestruturas e de amenidades das AAE's.

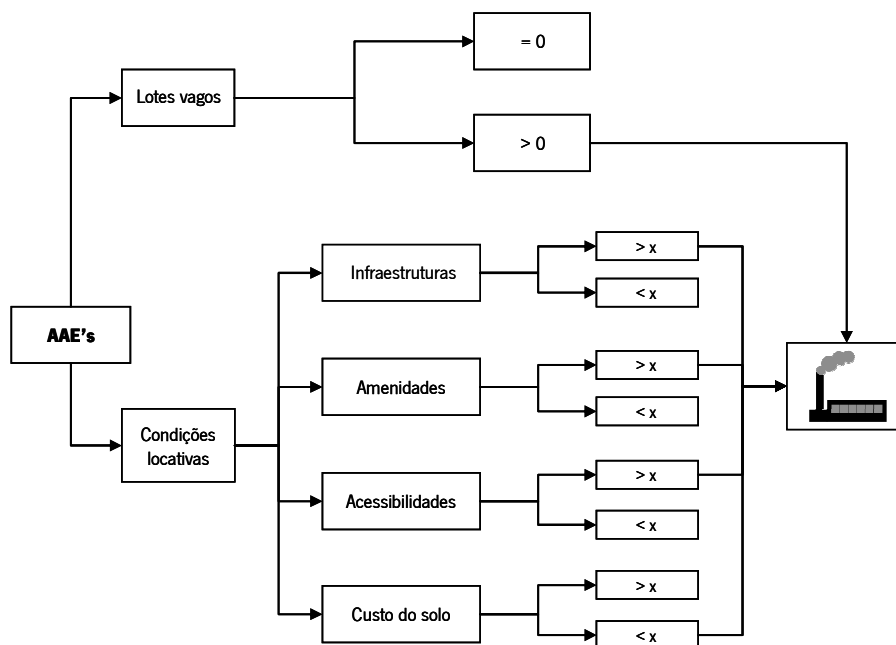


Figura 43: Critérios das AAE's considerados no processo de deslocalização das empresas

### 10.2.2. Critérios definidos para a deslocalização das empresas

No modelo, as empresas são os agentes que têm por missão escolher uma localização adequada numa AAE. Considerou-se que as empresas não se deveriam deslocalizar de uma forma totalmente aleatória, pelo que foram tidos em conta diversos critérios para conferir uma maior coerência ao processo. Estas regras foram inspiradas nas conclusões obtidas com o inquérito aos empresários e na informação compilada sobre as AAE's e sobre o tecido industrial do Quadrilátero. Assim, definiu-se que os critérios que determinam se uma empresa é deslocalizável ou não prendem-se com a dimensão, com a localização e com a distância a que se encontra de uma AAE (Figura 44).

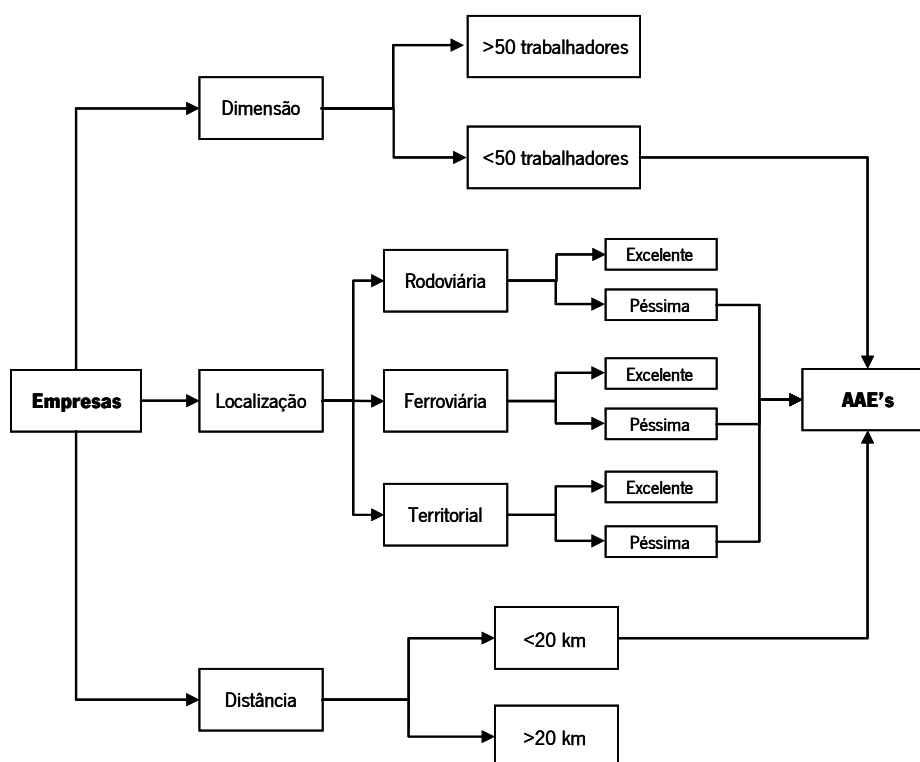


Figura 44: Esquema base do processo de deslocalização das empresas para as AAE's

Relativamente à dimensão entendeu-se excluir do processo as empresas de maior dimensão, por se achar que apresentam uma menor propensão para se deslocalizarem. Isso justifica-se pelos maiores custos de instalação realizados por estas empresas que, normalmente, só se deslocam quando está em causa a redução significativa dos custos de produção, nomeadamente salariais. Além disso, os lotes/pavilhões disponíveis nas AAE's do Quadrilátero não estão vocacionados para acolher empresas de grande dimensão. Por isso, no modelo estipulou-se que apenas as micro e as pequenas empresas seriam suscetíveis de se deslocalizar para uma AAE.

Equacionou-se ainda restringir a simulação a empresas de determinados setores, mas acabou-se por abandonar a ideia. Por um lado, porque nas AAE's do Quadrilátero existe uma relativa diversidade setorial, não obstante o domínio do têxtil/vestuário. No entanto, entendeu-se que esta restrição seria redutora da realidade, uma vez que não existem AAE's que estejam especificamente direcionadas para acolher empresas de um setor de atividade em particular.

As condições locativas das empresas foram também consideradas na modelação. Desde logo, considerou-se que as empresas difusas constituiriam a principal tipologia de empresas a deslocalizar-se. Com efeito, o inquérito demonstrou que 92% das empresas que se mudaram para uma AAE provêm de uma localização difusa. No entanto, num dos cenários simulados (cenário 5), o universo de empresas deslocalizáveis foi alargado às localizadas em AAE's, com o objetivo de se obter uma perspetiva mais vasta e dinâmica do processo de deslocalização.

Como se estipulou que a deslocalização teria que envolver um incremento das condições locativas, foi necessário analisar o contexto territorial de todas as empresas difusas. Os critérios considerados nesta análise foram a acessibilidade (rodoviária e ferroviária) e a cobertura territorial ao nível de infraestruturas e amenidades.

O nível de acessibilidade foi definido tendo em atenção os já referidos critérios de proximidade às infraestruturas de transportes descritos no Quadro 1, tendo-se considerado apenas a distância às estradas nacionais, aos nós das autoestrada e ao terminal ferroviário da Aveleda. Deixaram-se de fora os critérios relativos às distâncias ao aeroporto e ao porto marítimo de Leixões, por se achar que não são muito influentes para o perfil dominante destas indústrias de pequena dimensão. A todas as empresas com uma localização ótima naqueles critérios foi atribuída a classificação 1 e aos restantes a classificação 0. Em relação à cobertura territorial de infraestruturas e amenidades e, não se dispondo de dados à escala individual de cada empresa difusa, determinou-se um valor aproximado a partir da distribuição dos valores da densidade populacional à escala da subsecção estatística (INE, 2012). A lógica subjacente foi a de que os territórios com maior densidade populacional são aqueles que gozam de uma maior cobertura de infraestruturas e de serviços/equipamentos de apoio, que servem tanto as áreas residenciais, como as empresas. Considerou-se que os espaços classificados como urbanos seriam aqueles que teriam uma melhor cobertura por amenidades. Utilizou-se como referência desta classificação a Tipologia de Área Urbanas (TIPAU) apresentada pelo INE em 2009. Nos espaços medianamente urbanos e nas áreas predominantemente rurais considerou-se que o nível de amenidades seria mais fraco (0) comparativamente ao verificado nos espaços urbanos

(1). Estipulou-se que as empresas difusas só poderiam deslocalizar-se desde que tivessem uma má situação locativa (0) nos três ou em dois dos critérios anteriores (consoante os cenários) e desde que a mudança implicasse uma melhoria dessas condições locativas.

Outro critério restritivo introduzido prende-se com a distância que uma empresa pode percorrer para se instalar numa AAE. Neste caso, procurou-se adotar um critério que, por um lado, não compromettesse a mobilidade intermunicipal das empresas, nomeadamente para os espaços localizados nos limites dos municípios e que, por outro, não pusesse em causa o preenchimento dos lotes vagos nas AAE's. Ou seja, houve a preocupação de que a distância não ficasse limitada às imediações de cada espaço, mas que também não cobrisse áreas muito vastas, originando a deslocalização para pontos muito distantes, facto que é menos comum, como se comprovou com o inquérito realizado. Assim, a distância a que uma empresa se pode deslocalizar foi limitada a um raio de 20 km.

No processo de escolha de uma nova localização, as empresas não têm uma preferência pré-definida por nenhum das AAE's nem por nenhum dos municípios, podendo deslocar-se para qualquer um deles, desde que a mudança represente uma melhoria das condições locativas. No caso da preferência pelo município, apesar do inquérito demonstrar que as empresas que já se deslocaram, o fizeram principalmente dentro do próprio município (90%), considerou-se que a inclusão desta restrição colidia com o próprio conceito de rede urbana. As empresas fazem a sua escolha de localização baseadas num conjunto de atributos, nomeadamente em termos de infraestruturas, de amenidades, dos níveis de acessibilidade e do custo do solo.

### **10.3. Descrição dos cenários**

O objetivo subjacente ao modelo foi o de simular o impacto dos cenários formulados (correspondentes a cinco políticas) na atratividade das AAE's do Quadrilátero. Neste contexto, a atratividade é definida pela capacidade que um espaço empresarial tem em captar empresas.

Os cenários diferem no tipo de intervenção proposto para as AAE's e na forma mais ou menos coordenada como essas intervenções são implementadas nos quatro municípios. Para cumprir estes objetivos, os cenários compreendem diferentes abordagens, que têm reflexos: no número de empresas deslocalizáveis; no número de AAE's atrativas; nas condições simuladas (atuais e prospetivas/previstas); e no caráter mais estático ou dinâmico da simulação. De seguida descrevem-se as características e os objetivos pretendidos com cada um dos cenários.

### **10.3.1. Cenário 1: simulação num contexto de baixa qualificação das AAE's**

O primeiro cenário simulado corresponde ao ponto de partida, à situação identificada no território, que se caracteriza pela ausência de políticas de coordenação municipal, pela existência de uma forte heterogeneidade das condições de acolhimento à escala intra e intermunicipal, onde o denominador comum é o baixo nível de qualificação dos espaços empresariais. Neste primeiro cenário, não existe qualquer concertação de políticas municipais para as AAE's, pelo que se pode falar de uma situação de competição entre os espaços pela captação de empresas, tal como sucede na realidade. O levantamento efetuado demonstrou que as condições de acolhimento são muito diversas à escala inter e intramunicipal e que cerca de 70% das AAE's obtiveram menos de metade da classificação máxima possível nos critérios relacionados com as infraestruturas, com as amenidades e com as acessibilidades. Num cenário destes, em que os espaços apresentam níveis de desqualificação tão evidentes, qual o comportamento locativo das empresas em caso de deslocalização? Quais são os espaços mais atrativos para a instalação das empresas? Serão os loteamentos mais atrativos do que as ACE's? E qual é o município apetrechado com espaços mais atrativos?

Para operacionalizar este cenário foram estipulados diversos requisitos relacionados com a atratividade das AAE's e com as preferências locativas das empresas. Neste cenário considerou-se que as empresas teriam graus de exigência relativamente baixos em relação às condições oferecidas pelas AAE's. Assim, definiu-se que as empresas teriam preferência por localizar-se:

- i) em espaços com um nível de amenidades até 3 pp abaixo da percentagem média obtida pelos 79 espaços empresariais. No Quadrilátero, as AAE's apresentam muitas carências em termos de serviços de apoio, sendo que apenas quatro espaços apresentam metade das amenidades consideradas. Contudo, a avaliação feita pelos empresários não é excessivamente desfavorável, havendo a noção de que existem insuficiências, mas que não são muito penalizadoras para a atividade das empresas. Por isso e para não afetar um grande número de espaços empresariais, optou-se por uma menor exigência neste indicador.
- ii) em espaços com um nível de cobertura superior ou igual à média da pontuação obtida na rubrica relativa às infraestruturas. Esta decisão justifica-se pelo facto da existência de um espaço infraestruturado ser fundamental para a atividade das empresas. Como o nível de infraestruturção dos espaços empresariais do Quadrilátero é relativamente básico, optou-se por

não ser excessivamente exigente neste critério (incluíram-se espaços com pontuação situada no intervalo médio), para não penalizar um maior número de AAE's.

iii) em espaços onde os níveis de acessibilidade fossem iguais ou superiores à média registada no território. Com efeito, a existência de boas acessibilidades foi considerado um dos três fatores mais relevante na decisão de localização das empresas nas AAE's. Paralelamente, como se referiu no Subcapítulo 2.2, a existência de bons níveis de acessibilidade continua a ser um dos fatores mais influentes na localização das empresas (Leitham et al., 2000; Fernández e Ruiz, 2009). Por isso, optou-se por condicionar a localização das empresas a espaços dotados de bons ou, pelo menos, de razoáveis níveis de acessibilidade.

iv) em AAE's onde os custos do solo não ultrapassem o somatório da média com o desvio padrão. Estes valores foram assumidos para suavizar a grande disparidade de preços detetados no terreno. A definição desta linha de corte fez-se com base no resultado dos inquéritos, onde a questão do preço do solo não foi considerada como um elemento crítico pela maior parte dos empresários.

Os níveis de atratividade das AAE's neste cenário para cada um dos quatro parâmetros considerados (infraestruturas, amenidades, acessibilidade e custo do solo) podem ser consultados no Quadro 14.

Quadro 14: Requisitos locativos mínimos considerados na deslocalização das empresas

| Cenários | Infraestruturas | Amenidades | Acessibilidades | Preço solo (€/m <sup>2</sup> ) |       |
|----------|-----------------|------------|-----------------|--------------------------------|-------|
| 1        | ≥ 54,6%         | ≥ 19,9%    | ≥ 56,8%         | < 733                          |       |
| 2        | ≥ 57,5%         | ≥ 25,8%    | ≥ 57,6%         | < 733                          |       |
| 3        | ≥ 73,2%         | ≥ 42,4%    | ≥ 58,9%         | < 733                          |       |
| 4        | 4a              | ≥ 50,1%    | ≥ 18,6%         | ≥ 58,2%                        | < 733 |
|          | 4b              | ≥ 61,4%    | ≥ 30,1%         | ≥ 58,2%                        | < 733 |
| 5        | ≥ 54,6%         | ≥ 19,9%    | ≥ 56,8%         | < 733                          |       |

Em relação às empresas deslocalizáveis, foram consideradas 258, que se distribuem fundamentalmente pelos municípios de Barcelos, Guimarães e Vila Nova de Famalicão (Figura 45). Estas empresas são aquelas que obtiveram uma má situação locativa em todos os critérios ponderados (proximidade a infraestruturas rodoviárias, ao terminal ferroviário e localização territorial) e que são de pequena ou micro dimensão.

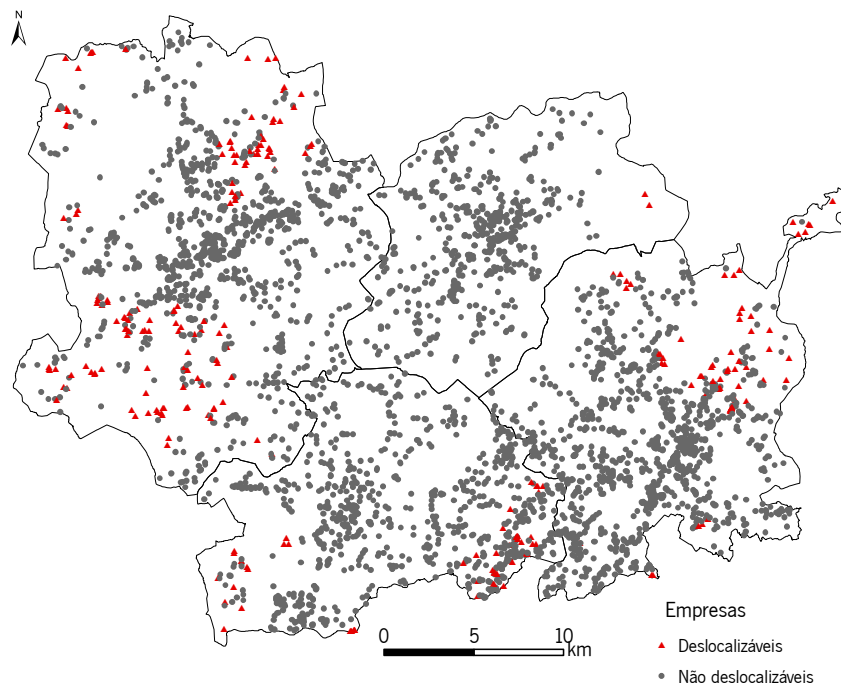


Figura 45: Contexto locativo das empresas considerado no cenário 1

### 10.3.2. Cenário 2: simulação do impacto de uma qualificação seletiva das AAE's

Dos vários cenários delineados para o modelo, quatro deles são de natureza prospetiva (2, 3, 4 e 5). Com estes cenários procurou-se atingir dois objetivos. Em primeiro lugar, simular o impacto que determinados tipos de intervenção poderão ter no desempenho locativo dos espaços empresariais. Em segundo, simular o impacto que as estratégias previstas pelos municípios poderão ter na futura oferta de solo industrial do Quadrilátero.

Neste primeiro cenário prospetivo pretendeu-se simular o impacto decorrente da adoção de uma política coordenada de qualificação dos espaços empresariais que geram maiores volumes de negócios. Para o efeito, considerou-se o volume médio de negócios gerado por cada uma das AAE's. Subjacente a este cenário está um princípio economicista, segundo o qual as AAE's que geram mais receitas são as mais beneficiadas. Com as receitas dos impostos cobrados às empresas, os municípios procedem, depois, à realização de investimentos ao nível da manutenção e da qualificação desses espaços, com o objetivo de os tornar mais atrativos às escalas municipal e regional. O efeito da qualificação destas AAE's foi conseguido através da atribuição de uma majoração em 10 pp à classificação das infraestruturas e das amenidades obtida pelas AAE's com maior volume de negócios. No caso da acessibilidade, teve-se em consideração os projetos que estão previstos para melhorar os acessos a algumas AAE's (exemplos das AAE's da Mabor/Lousado e de São João da Ponte), mas consideraram-se



diversos outros casos, onde é notório o mau estado de conservação das vias e/ou o seu inadequado dimensionamento. Em ambas as situações, estipulou-se que a construção dos acessos previstos e a beneficiação dos existentes traduzir-se-ão em melhoria dos níveis de acesso às AAE's. O incremento foi conseguido através de um aumento da percentagem da acessibilidade atribuída a esses espaços.

Para não penalizar os espaços empresariais situados em valores próximos mas inferiores à média do volume de negócios, foi atribuída uma majoração intermédia aos situados até 5 pp dessa linha de corte nas três variáveis consideradas (infraestruturas, amenidades e acessibilidades). Todos os restantes espaços mantiveram a classificação inicial obtida. Para não deixar de fora das simulações prospetivas as AAE's sem lotes vagos à data do levantamento da informação, foi-lhes atribuído um número fictício de lotes vazios para testar o seu nível de atratividade.

Neste cenário 2, as preferências locativas das empresas passaram a ser regidas pelos seguintes critérios:

- (i) AAE's com um índice de acessibilidade superior à média dos níveis de acessibilidade de todos os espaços. É de notar que do cenário 1 para este houve 7 AAE's que viram melhorar a classificação, tendo a média geral subido 1 pp.
- ii) AAE's com uma percentagem de cobertura por infraestruturas superior à média global. Por via da estratégia de qualificação das AAE's, a média subiu 3 pp, pelo que alguns espaços perderam atratividade em relação ao cenário 1.
- iii) AAE's com uma percentagem de cobertura por amenidades superior à média global. Neste caso, a média global cresceu um pouco mais de 3 pp, em resultado da estratégia de qualificação.
- iv) AAE's onde os custos não ultrapassem o somatório da média com o desvio padrão (aqui mantiveram-se os pressupostos do cenário 1).

Os níveis mínimos de atratividade para cada um destes parâmetros no cenário 2 podem ser consultados no Quadro 14. No total houve 22 espaços empresariais que foram simulados como tendo sofrido uma qualificação, que correspondem ao número de AAE's que tinham um volume de negócios superior à média registada em cada município (Figura 46).

No que respeita ao universo de empresas, mantiveram-se os critérios definidos para o cenário 1. Assim, continuaram como deslocalizáveis as pequenas e micro empresas difusas com má situação locativa nos parâmetros considerados, havendo 258 delas nessa situação.

Com a simulação do cenário 2 pretende-se responder a um conjunto de questões. Poderá uma qualificação seletiva contribuir para esbater as assimetrias intermunicipais diagnosticadas no cenário anterior? Que ganhos poderão resultar desta intervenção para os municípios que revelaram uma posição mais debilitada no cenário 1? Que repercussões um cenário destes poderá significar para os espaços não qualificados? A oferta qualificada será suficiente para responder à procura potencial? Estas são algumas das questões a que se procurará dar resposta com a simulação deste cenário.

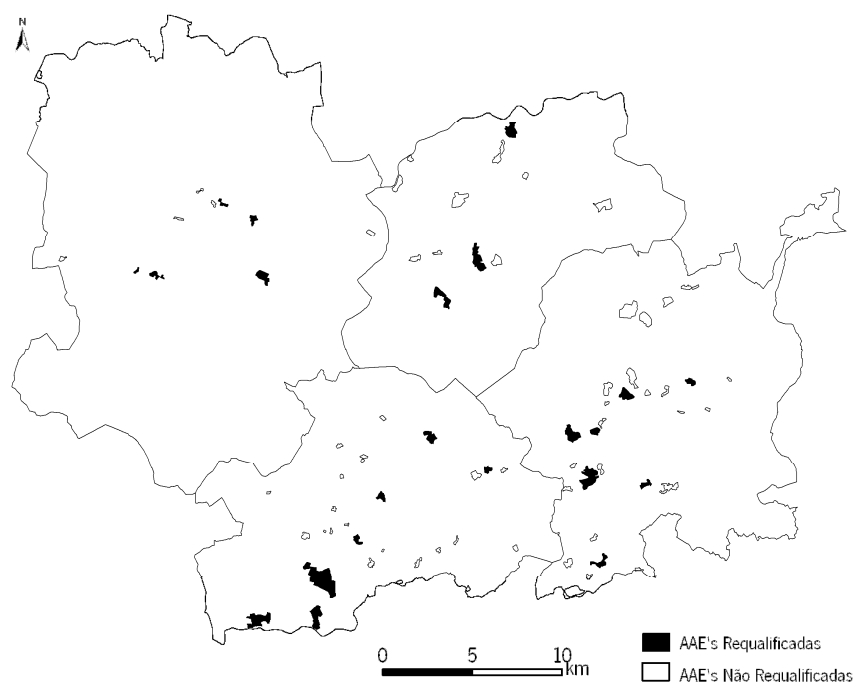


Figura 46: AAE's consideradas como tendo sido requalificadas na simulação do cenário 2

### 10.3.3. Cenário 3: simulação do impacto da qualificação geral das AAE's

Este cenário prospetivo pretende dar uma visão mais alargada do efeito que uma ação de qualificação transversal a todas as AAE's poderá ter na capacidade destas atrair empresas. O ponto de partida baseia-se num princípio de maior solidariedade e na implementação de uma política coordenada, segundo a qual todos os espaços empresariais serão beneficiados e não apenas aqueles que geram um maior volume de negócios. Através deste pressuposto pretende-se demonstrar se uma qualificação das infraestruturas e das amenidades dos espaços pior classificados será suficiente para aumentar a sua capacidade de atrair empresas. Obviamente, na simulação deste cenário não foram tidos em conta os custos que os municípios e demais entidades teriam que suportar para requalificar os espaços. Da mesma forma ignorou-se se o

custo com o *upgrade* e com a manutenção dos espaços empresariais terá um retorno suficiente que justifique esse investimento. Tal análise, de cariz mais económica, transcende os objetivos do atual estudo mas, dada a sua importância, poderá ser incluída em futuras investigações sobre o tema. Por agora, a simulação pretende apenas dar a conhecer o impacto dessa medida ao nível da atratividade das AAE's. Será que através de uma ação desta os espaços pior posicionados terão ganhos substanciais na captação de empresas? Uma qualificação transversal das AAE's dos quatro municípios será suficiente para suavizar as assimetrias detetadas? Esta intervenção beneficia de forma igual os quatro municípios? Estas são algumas das questões que a simulação deste cenário procura responder.

Para operacionalizar este cenário foram considerados alguns pressupostos. Assim, estipulou-se que todas as AAE's passariam a ter um nível básico de cobertura por infraestruturas e de amenidades, em conformidade com o descrito nos Subcapítulos 8.1.7 e 8.1.8. Para além disso, estipulou-se que os espaços empresariais deveriam estar apetrechados com algumas infraestruturas e serviços mais avançados, onde se inclui, por exemplo, o abastecimento de gás natural, a fibra ótica, assim como os serviços de limpeza, de segurança e a existência de cafés/restauração. Outros elementos não foram incluídos, quer por se considerar que poderão não ser necessários (caso da ETAR), quer por serem de instalação mais complexa e dispendiosa (bancos, correios, multiusos, etc.). Com a inclusão destes pressupostos, os espaços empresariais viram a percentagem dos diversos parâmetros aumentar significativamente, passando a haver um maior nivelamento entre eles. Nesta abordagem, a diferenciação dos espaços passa a fazer-se em função da existência de algumas infraestruturas e amenidades mais avançadas (existentes nos espaços melhor classificados), bem como em função das acessibilidades. Neste último aspeto e tal como no cenário anterior, considerou-se que os projetos previstos para o acesso a algumas AAE's se repercutiria numa melhoria da acessibilidade. Nos restantes, a pontuação inicial manteve-se, pelo que a localização/acessibilidade figuram como um dos principais elementos diferenciadores neste cenário, permitindo aferir se um espaço requalificado mas mal localizado é ou não atrativo para as empresas. Neste cenário, incluíram-se também as AAE's que não tinham lotes disponíveis, tendo-lhes sido atribuído um número fictício para analisar a sua posição competitiva.

A materialização deste cenário envolveu também a formulação de regras no comportamento locativo das empresas. Neste caso e, atendendo ao facto de que houve uma melhoria da classificação na atratividade das AAE's, definiu-se que:

- i) as empresas terão preferência por AAE's com uma percentagem de cobertura por infraestruturas superior à diferença da média geral subtraída ao desvio padrão. Optou-se por utilizar este critério para obter um maior número de espaços com um nível de infraestruturização atrativo. Em termos práticos e do ponto de vista deste parâmetro, todas as AAE's passam a ser atrativas para as empresas.
- ii) as empresas terão preferência por AAE's com uma percentagem de amenidades superior à diferença da média geral subtraída ao desvio padrão. Neste caso e apesar da atribuição de diversos serviços básicos e avançados, há ainda diversos espaços empresariais pouco atrativos para as empresas.
- (iii) as empresas terão preferência por localizar-se em AAE's com um índice de acessibilidade superior à média dos níveis de acessibilidade de todos os espaços. Aqui optou-se por não suavizar o critério para não beneficiar os espaços com localização mais inadequada.
- iv) as empresas teriam preferência por localizar-se em AAE's onde os custos não ultrapassem o somatório da média com o desvio padrão.

Devido ao efeito de qualificação, assistiu-se a uma subida da média geral da cobertura nos três parâmetros considerados, pelo que os critérios locativos das empresas passaram a ser mais exigentes (Quadro 14).

Com a melhoria generalizada das condições de acolhimento, optou-se neste cenário por ampliar o número de empresas suscetíveis de se deslocalizar, até porque era previsível um aumento da oferta disponível. Considerou-se que as empresas à procura de uma nova localização seriam todas as empresas difusas que, em relação aos três parâmetros (localização rodoviária, ferroviária e contexto territorial), tivessem um mau desempenho em, pelo menos, dois deles. Assim, o universo de empresas deslocalizáveis subiu significativamente, tendo passado para 1145, pelo que a procura potencial passou a corresponder ao dobro da oferta disponível. A Figura 47 mostra a distribuição geográfica das empresas deslocalizáveis neste cenário. A maior parte delas está localizada nos setores mais periféricos dos municípios, sendo que 40% delas são de Barcelos, 31% de Vila Nova de Famalicão e 27% de Guimarães. A má acessibilidade foi o denominador comum da maior parte das empresas consideradas como deslocalizáveis.

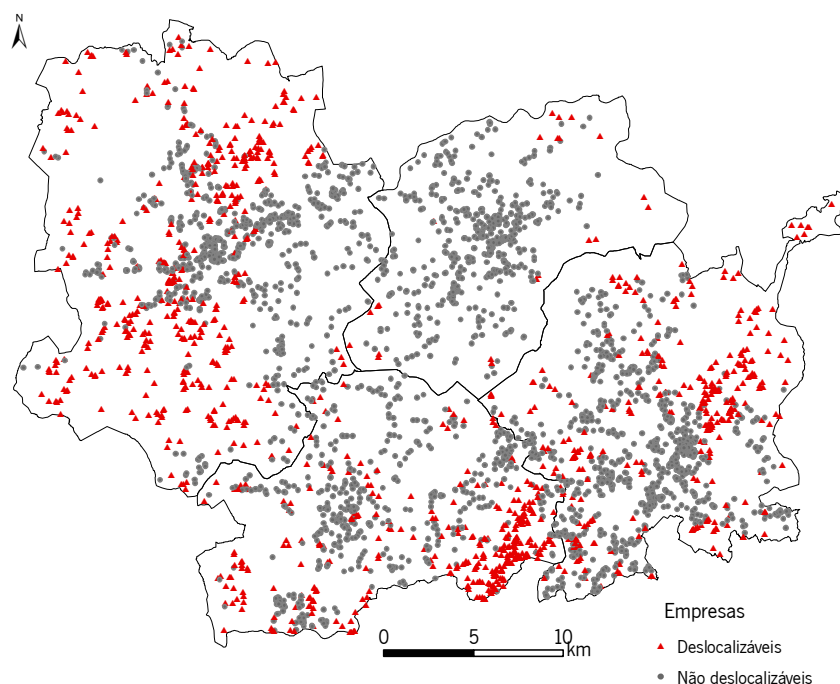


Figura 47: Contexto locativo das empresas considerado no cenário 3

#### 10.3.4. Cenário 4: simulação das estratégias previstas pelos municípios

Neste cenário prospectivo simula-se o impacto que as estratégias assumidas pelos municípios poderão ter ao nível do acolhimento empresarial. Aquilo que se procura demonstrar é a racionalidade e a coerência territorial das propostas, ou seja, que mais-valias essas estratégias poderão ter na futura atração de empresas. Como se referiu no Subcapítulo 8.2, essas medidas enquadram-se em duas tipologias: na ampliação dos espaços já existentes e na criação de novas AAE's. Entre outras questões, procurar-se-á demonstrar se é pertinente disponibilizar novos espaços nas áreas previstas, se as novas AAE's serão mais atrativas do que as existentes, se a ampliação dos espaços já instalados é uma medida oportuna e de que forma a maior ou menor qualificação dos espaços poderá afetar a sua dinâmica futura.

A ausência de informação sobre as ações previstas foi a principal dificuldade sentida para operacionalizar este cenário. Com efeito e como se salientou no Subcapítulo 8.2, estas estratégias estão a ser debatidas no âmbito dos processos de revisão dos PDM's, resumindo-se a maior parte delas a uma intenção de zonamento de uma nova AAE ou à ampliação de alguns espaços existentes. Devido ao carácter ainda inicial das propostas, não foi possível determinar as características que os futuros espaços terão. A acessibilidade foi o único elemento apurado com maior exatidão, uma vez que a localização dos novos espaços e a ampliação dos já existentes é conhecida. A falta de informação sobre o número de lotes que cada novo espaço vai ter levou a

que fosse atribuído um número fictício, em função da área global prevista para cada espaço e tendo em conta o atual número médio de lotes existente por hectare de solo industrial.

Neste cenário realizaram-se duas simulações, onde se assumiram diferentes políticas/intervenções para as estratégias previstas. Na primeira (cenário 4a), considerou-se que os espaços a ampliar/criar irão replicar o quadro de baixa qualificação e de descoordenação atual das políticas. Para as áreas a ampliar foram consideradas as coberturas existentes nos respetivos espaços e para as novas AAE's foi atribuída uma cobertura básica de infraestruturas e de amenidades. Numa segunda etapa (cenário 4b), procurou-se responder às diretrizes das políticas nacionais e regionais para o acolhimento empresarial, que pugnam que as AAE's sejam espaços mais qualificados e atrativos para as empresas. Desta forma, considerou-se que os espaços previstos (áreas a ampliar/a criar de novo) teriam um nível de cobertura de infraestruturas e amenidades mais avançado. Por uma questão de coerência, entendeu-se que as melhorias a introduzir nos espaços a ampliar seriam estendidas ao restante perímetro das respetivas AAE's.

Com estas duas simulações procurou-se analisar o impacto que as estratégias previstas terão no acolhimento das empresas num cenário de maior e de menor qualificação e de coordenação das medidas. Procura-se ainda compreender a forma como a entrada em funcionamento destas áreas poderá afetar o desempenho da restante oferta já instalada. Serão os novos espaços mais atrativos do que os atuais? Justifica-se a ampliação prevista pelos municípios das diversas AAE's? A maior ou menor qualificação dos espaços a criar/ampliar terá um impacto decisivo no seu desempenho? A futura oferta a disponibilizar ocorre em áreas onde existe uma elevada procura potencial? Estas são algumas das questões às quais se procura responder com o cenário 4. A experimentação destes dois subcenários insere-se também numa lógica de apoio à tomada de decisão, de informar sobre as possíveis implicações que a aposta em cada um deles poderá ter na atratividade das AAE's.

As normas que regulam o comportamento das empresas foram definidas de forma distinta, em função do contexto da menor ou da maior qualificação dos espaços previstos. Assim, no caso do cenário 4a, estipulou-se que as empresas teriam preferência em localizar-se em AAE's com um nível de infraestruturização e de amenidades situado até 5 pp abaixo da média geral obtida em cada um dos parâmetros (Quadro 14).

No cenário 4b, o efeito de qualificação conseguiu-se através da atribuição de um conjunto de infraestruturas e de amenidades avançadas, que levou a um aumento da posição

competitiva dos futuros espaços. Assim, e face ao cenário 4a, as empresas pretendem localizações com melhores níveis de infraestruturas e de amenidades, mantendo-se os restantes critérios (Quadro 14).

Em relação ao universo de empresas deslocalizáveis e, atendendo ao aumento da oferta que resulta da criação de novos espaços e da ampliação dos já existentes, utilizaram-se os pressupostos do cenário 3. Desta forma, as empresas deslocalizáveis no cenário 4 (4a e 4b) foram as mesmas do cenário 3 (1145).

### **10.3.5. Cenário 5: Simulação dinâmica com todas as empresas**

O objetivo deste cenário foi o de promover uma modelação mais ampla e dinâmica. Mais ampla porque se integrou no processo de simulação as empresas instaladas nos espaços empresariais, considerando-se que estão sujeitas a deslocalização (para outras AAE's) e a encerramento. Mais dinâmica, porque o cenário foi construído de forma a simular a deslocalização das empresas e o seu encerramento ao longo do tempo. A inclusão da dimensão temporal fez-se com dois objetivos. Em primeiro lugar, para demonstrar esta funcionalidade, que é um dos aspetos distintivos da modelação baseada em agentes face a outras ferramentas de análise espacial. Em segundo, para dar um quadro mais amplo do desempenho locativo das AAE's do Quadrilátero no futuro, assumindo que as condições atuais e a ausência de políticas integradas se irão manter. Por outro lado, a integração no modelo das empresas já localizadas nas AAE's ficou a dever-se à necessidade de complementar os cenários anteriores, onde estas empresas não foram consideradas. Pretendeu-se desta forma tornar o modelo mais íntegro, uma vez que alguns dos pavilhões vagos nas AAE's resultam do encerramento das empresas ou da sua deslocalização (os restantes compreendem lotes e/ou pavilhões novos que nunca tiveram qualquer empresa instalada).

Para distinguir as empresas difusas das localizadas em AAE's foi criado um novo atributo locativo para o efeito. Considerou-se que a percentagem máxima de empresas em AAE's que se poderia deslocalizar era de 10%. Este valor está em consonância com a percentagem de empresários entrevistados que manifestaram intenção de se deslocalizar para um novo espaço. A deslocalização destas empresas obedece ao princípio de que a mudança de local se faça para uma AAE com maior nível de atratividade. Ou seja, uma empresa só se deslocará para uma nova AAE se esta lhe oferecer melhores condições locativas.

Outro elemento diferenciador face aos cenários anteriores foi a adoção do princípio de que as empresas poderiam encerrar, independentemente da sua situação locativa. Neste caso, estipulou-se uma taxa de encerramento de 5% das empresas localizadas em AAE's. O fecho de uma empresa liberta um lote/pavilhão que poderá ser ocupado por outra empresa (difusa ou não), desde que as condições de atratividade dessa AAE sejam observadas.

Com base nestes pressupostos, o número de empresas deslocalizáveis passou a incluir todas aquelas de localização difusa ou em AAE, que fossem de pequena ou de micro dimensão e que não tivessem uma pontuação máxima nos três critérios locativos anteriormente referidos. Deste modo, a simulação do cenário 5 foi a que envolveu o maior número de agentes deslocalizáveis (3605).

Em relação às AAE's, foram considerados os espaços existentes, de acordo com os critérios de acolhimento estabelecidos para o cenário 1 (Quadro 14). A única alteração introduzida foi a atribuição de um número fictício de lotes/pavilhões vagos a todas as AAE's que não tinham disponibilidade de acolhimento, com o objetivo de testar a sua atratividade.

### **10.3.6. Plataforma de simulação utilizada**

Depois de definidos os pressupostos teóricos do modelo e os seus cenários, a etapa seguinte do estudo foi a de selecionar a plataforma ou *software* a utilizar na simulação. Optou-se por recorrer a esta solução para construir o modelo porque, como se referiu no Subcapítulo 4.2.4, exige menores conhecimentos e experiência de programação.

A escolha da plataforma foi, em parte, facilitada pelo trabalho desenvolvido no Subcapítulo 4.2.4, onde se analisaram as características e as vantagens das diversas soluções existentes para a modelação de agentes. Os elementos que nortearam o processo de escolha da plataforma foram os seguintes:

- a) A plataforma teria que integrar funcionalidades SIG e permitir realizar operações com informação geográfica. Este requisito foi decisivo na medida em que o objetivo foi o de construir um modelo espacialmente explícito, que tirasse partido de toda a informação que tinha sido previamente trabalhada no ArcGIS da Esri.
- b) Um segundo aspeto ponderado foi o tipo de linguagem utilizada pelo modelo e a respetiva dificuldade de programação. Houve a preocupação de selecionar uma plataforma que não representasse grandes dificuldades em termos de aprendizagem e de conhecimentos de programação.



c) Um terceiro aspeto, em parte associado ao anterior, foi o de ter em conta a existência de documentação de suporte sobre o funcionamento da plataforma, nomeadamente, em termos de programação das tarefas e da linguagem utilizada. Os exemplos encontrados na bibliografia funcionaram também como um barómetro sobre a popularidade da plataforma.

d) O tipo de licenciamento também influenciou a escolha. Neste caso foi dada prioridade à seleção de plataformas em formato *open source* ou *freeware* que, na verdade, correspondem à maior parte dos casos analisados no Subcapítulo 4.2.4.

e) Uma vez que algumas plataformas estão direcionadas para utilizações muito específicas, este aspeto foi também ponderado. Houve a preocupação de considerar as plataformas mais vocacionadas para simular fenómenos de base espacial e social, uma vez que estes são os domínios envolvidos no modelo que se pretendia construir.

O resultado da conjugação destes cinco pressupostos levou à exclusão da maior parte das plataformas apresentadas no Subcapítulo 4.2.4, tendo-se refletido mais detalhadamente na utilização de duas delas: a Repast, através da extensão Agent Analyst e a NetLogo. A opção final acabou por recair sobre a plataforma NetLogo. Apesar da extensão Agent Analyst poder ser iniciada diretamente a partir do ArcGIS, permitindo assim uma interface de trabalho mais direta com a informação geográfica, a linguagem utilizada (Python), a menor documentação de apoio e o significativo menor número de modelos construídos com recurso a esta plataforma, foram as principais razões que levaram à sua exclusão. Já a NetLogo cumpriu todos os cinco requisitos mencionados, tendo uma ampla comunidade de utilizadores e um razoável volume de documentação de suporte. Por isso, julgou-se que o recurso à NetLogo permitiria responder às necessidades do modelo, sem criar grandes dificuldades à sua construção.

### **10.3.7. Desenvolvimento do modelo na plataforma NetLogo**

Uma vez concluído o processo de seleção da plataforma, o passo seguinte foi o de implementar o modelo. Numa fase inicial, foi compilada e analisada diversa documentação de suporte sobre o modo de funcionamento do NetLogo, assim como foram realizados diversos tutoriais com o objetivo de conhecer os comandos e a programação básica da plataforma.

De seguida passou-se à construção do modelo propriamente dito. A primeira preocupação foi a de importar toda a informação geográfica com relevância para o modelo, pois pretendia-se criar um ambiente espacialmente explícito. Através da extensão GIS do NetLogo procedeu-se, então, à importação da informação geográfica relacionada com as empresas e com

as AAE's e carregou-se também alguma informação acessória (limites administrativos, vias, etc.). A informação geográfica, em si mesma, não é suscetível de ser utilizada na simulação nem sequer é visível pelos agentes. Com recurso a um comando específico (*foreach*) foi possível criar uma classe de agentes a partir de um conjunto de pontos carregado pela extensão GIS, através da utilização da primitiva *gis:feature-list-of* (comando intrínseco do NetLogo). Nessa tarefa, houve o cuidado de carregar os atributos das empresas com maior relevância para a modelação (dimensão, setor de atividade, condição locativa, etc.).

Em relação às AAE's houve uma abordagem diferente. Na impossibilidade de criar agentes a partir de polígonos, optou-se por utilizar as *patches* (células em que o ambiente do NetLogo está dividido) para representar os espaços empresariais. Através da interceção dos polígonos correspondentes aos espaços empresariais foi possível identificar as células correspondentes a esses espaços, vinculando-lhes os atributos provenientes do SIG (cobertura de infraestruturas, amenidades, acessibilidades, etc.). O principal problema sentido nesta etapa foi o de não ser possível fazer corresponder o número de células ao número de lotes existentes em cada AAE. Esta questão foi ultrapassada através de uma codificação individual do número de lotes vagos existente em cada célula, sendo que o somatório de lotes vagos existente nas várias células seria igual ao total de lotes não ocupados existentes em cada espaço. Na prática, admitiu-se que cada célula poderia receber um número variável de empresas.

Depois de introduzir os dois elementos fundamentais do modelo passou-se à integração de alguma informação acessória, com o objetivo de melhorar a leitura e a interpretação dos resultados do modelo. Foram introduzidos diversos elementos para otimizar a modelação. Os botões de comandos (*button*) constituíram um desses elementos. Os botões executam automaticamente ações que são descritas no menu dos procedimentos. No modelo foram criados diversos botões de comando para criar, por exemplo, os agentes a partir dos pontos provenientes do SIG, para carregar as *patches* correspondentes às AAE's, para promover a deslocalização das empresas, etc. Outros elementos de interface que houve a necessidade de criar foram: *monitors*, *switch*, *chooser* e *plot*. Os *monitors* mostram o conteúdo dinâmico de uma variável. No caso concreto, houve a necessidade de criar *monitors* para se controlar o número de empresas instaladas nas AAE's nos vários momentos da simulação. Recorreu-se ainda a alguns botões *switch* para facilitar o acesso a alguma informação no ambiente de trabalho. Um *switch* define e representa visualmente uma variável lógica através de uma condição do tipo verdadeiro (*on*) ou falso (*off*). Por exemplo, foi criado um destes botões para visualizar no ambiente de

trabalho (*view*) a designação das AAE's, permitindo aceder a esta informação apenas quando o botão *on* era ativado. No caso do *chooser*, foi criado um botão para definir uma variável global (no caso concreto a forma do agente), à qual se acrescentou uma lista de opções possíveis. Contudo e face às opções possíveis, foi utilizada a forma por defeito do NetLogo, por ser aquela que permite uma melhor visualização dos agentes. Por último foram criados *plots*, nomeadamente no cenário 5. Um *plot* permite obter um gráfico a partir dos dados gerados pelo modelo. No caso foram efetuados *plots* que mostram o processo de instalação das empresas nas AAE's ao longo do tempo (Figura 60). Na Figura 48 apresenta-se uma visão parcial do ambiente de trabalho do NetLogo com a informação já carregada.

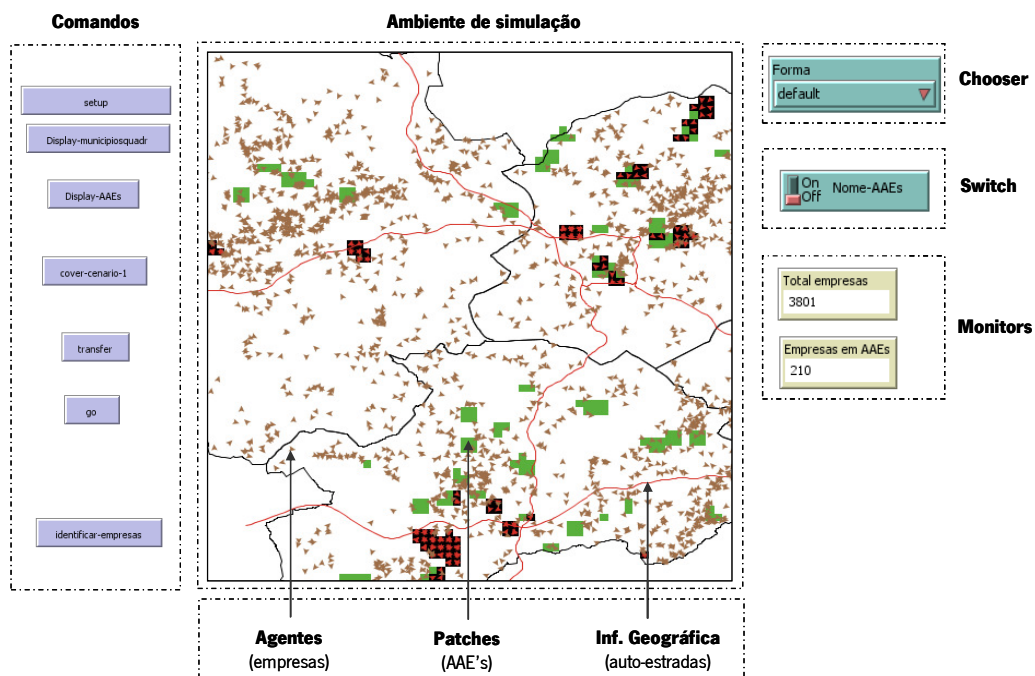


Figura 48: Visão parcial da interface do modelo construído no NetLogo

Uma vez concluído o processo de carregamento da informação e da criação de agentes, a etapa seguinte consistiu na programação das regras de funcionamento do modelo e do comportamento locativo das empresas nos diversos cenários. Estipulou-se que as empresas interagem com as *patches*, sendo que a mudança só é consumada se o novo local (AAE) for mais atrativo que a localização anterior da empresa. O procedimento adotado foi o de que à medida que cada empresa se instalasse, fosse descontado um lote vago, terminando o processo quando o número de lotes vagos em todos os espaços fosse zero. No cenário 5, a abordagem foi ligeiramente diferente devido à inclusão da variável tempo na modelação e à possibilidade das

empresas fecharem com o passar do tempo. Na plataforma NetLogo, o tempo é representado através de *ticks*, que correspondem a períodos de tempo discretos. No cenário 5 foi definido um período de 35 *ticks* para a realização da simulação. O período temporal foi determinado como sendo o necessário para que todos os lotes/pavilhões vagos fossem ocupados pelas empresas, descontando o efeito decorrente do encerramento das empresas, que gera novas vagas.

Uma vez concluída a construção do modelo, deu-se início às simulações dos cenários. No Capítulo seguinte descrevem-se e discutem-se os resultados obtidos com essas simulações.

## 11. Análise dos resultados obtidos

No presente Capítulo são apresentados e descritos os resultados obtidos com a simulação de cada um dos cenários enunciados. Em cada um deles analisam-se os impactos decorrentes dessas políticas na atratividade das AAE's, nomeadamente em termos do número de AAE's atrativas, da sua distribuição, da eficácia da estratégia e da taxa de ocupação dos lotes vagos. Os resultados serão, depois, utilizados para validar as hipóteses subjacentes aos cenários. Por último e, com base nos resultados obtidos, apresenta-se uma proposta de uma rede supramunicipal de AAE's para o Quadrilátero.

### 11.1. Análise dos resultados obtidos com o cenário 1

Nas condições estipuladas para o cenário 1, procedeu-se à simulação da deslocalização das empresas na plataforma NetLogo, cujos resultados se apresentam na Figura 49. Nos dois Subcapítulos seguintes analisam-se os resultados obtidos tanto ao nível da atratividade das AAE's, como na ótica da deslocalização das empresas.

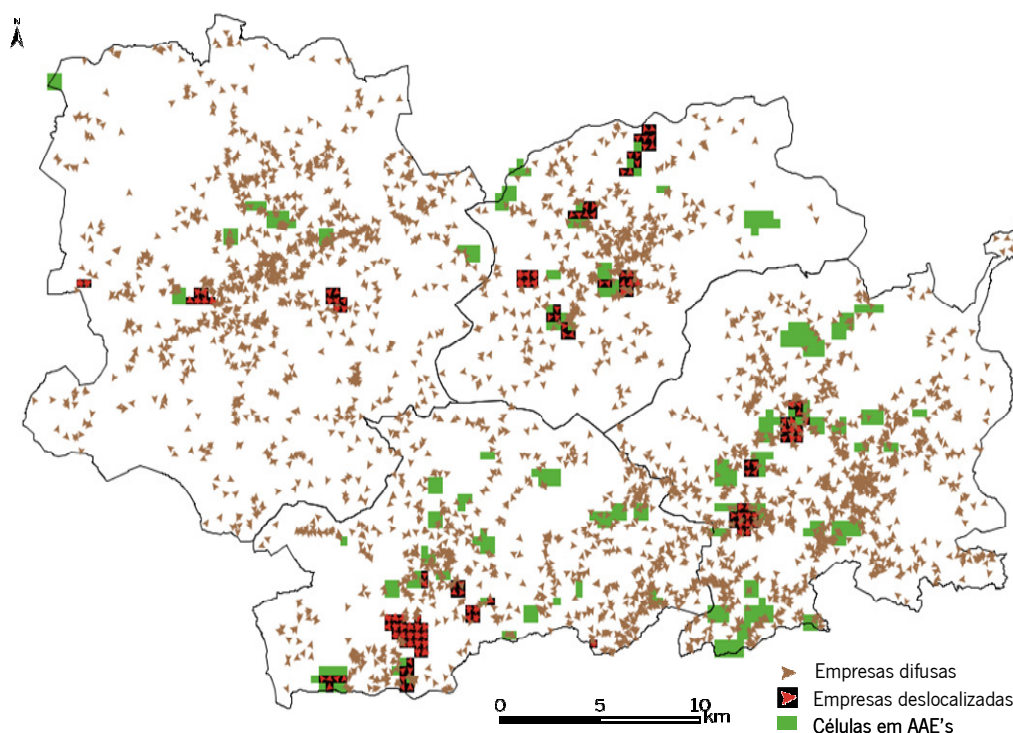


Figura 49: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 1

#### 11.1.1. Impacto ao nível das AAE's

De acordo com as preferências locativas das empresas definidas para o cenário 1, verifica-se que a maior parte das AAE's não é atrativa para a instalação de empresas. Se atendermos ao facto deste cenário reproduzir as condições diagnosticadas no território é possível obter duas

conclusões. A primeira é a de que as AAE's do Quadrilátero, nas circunstâncias atuais, são manifestamente pouco atrativas para as empresas, como o demonstra o facto de o nível mínimo de amenidades exigido ser de apenas 19,9%. A segunda é a de que se todas as AAE's têm empresas instaladas, o seu nível de exigência em relação às condições oferecidas é manifestamente muito baixo. Com efeito, algumas simulações preliminares realizadas demonstram que para todas as AAE's terem empresas instaladas, o grau de exigência em relação à cobertura por amenidades teria que ser de 0% e a cobertura por acessibilidades e infraestruturas teria que ser inferior a 30%. Ora, num quadro em que é necessário reforçar a competitividade dos espaços empresariais para atrair investimentos, seria descabido considerar um cenário em que as condições de acolhimento fossem tão básicas ou até inexistentes. Por outro lado, os resultados desta simulação reforçam a ideia de que qualquer política de ordenamento das AAE's (à escala municipal ou supramunicipal) implica uma qualificação integrada das condições oferecidas à instalação das empresas.

Braga é o único município onde mais de metade dos espaços empresariais conseguem acolher empresas de acordo com os critérios definidos para o cenário 1. O desempenho das AAE's bracaraenses ficará a dever-se a uma menor dispersão territorial dos espaços e a um razoável desempenho em termos de infraestruturas, amenidades e acessibilidades. Neste caso, os espaços mais periféricos (Padim da Graça, Tibães e Sobreposta) surgem nitidamente como sendo menos competitivos. No outro extremo surgem as AAE's de Barcelos e de Guimarães, que se revelaram menos atrativas para as empresas. Nestes dois municípios, apenas sete espaços empresariais acolheram empresas. No caso de Barcelos e, com exceção dos espaços empresariais de Perelhal, Várzea e Vila Frescaíña de São Pedro, as AAE's apresentam baixos índices de qualificação, verificando-se que a média da cobertura dos três critérios considerados (infraestruturas, amenidades e acessibilidades) é inferior à linha de corte definida para cada um deles. No caso de Guimarães, a situação é diferente, pois o baixo número espaços empresariais selecionado deve-se, sobretudo, ao seu insuficiente nível de acessibilidade, uma vez que nos restantes critérios, o seu desempenho médio situa-se acima da linha de corte definida. O elevado número de espaços dispersos pelo município parece ser a principal causa da má acessibilidade das AAE's de Guimarães. Pelo contrário, a seleção de vários espaços no setor Sul de Vila Nova de Famalicão (Esmeriz/Cabeçudos, Vilarinho das Cambas/Lousado, Antas/Esmeriz, etc.) estará associada aos bons índices de acessibilidade promovidos pela proximidade aos nós da A7 e da A3 e à existência de níveis razoáveis de infraestruturas e de serviços nesses espaços.

O comportamento locativo das empresas determinou que 37% do total de lotes/pavilhões vagos existentes nas AAE's do Quadrilátero fossem ocupados. Trata-se de uma percentagem reduzida, que reflete a baixa atratividade dos espaços empresariais. Para tal basta ver que, apesar do número de empresas suscetíveis de se deslocalizar ser relativamente baixo (7% do universo das difusas), ainda houve 9% delas que não conseguiram obter uma nova localização. Estes números mostram que, não obstante a existência de uma oferta disponível para acolher as empresas difusas em má situação locativa, não existe uma oferta qualificada de solo industrial que possa responder a um grau de exigência mais elevado por parte das empresas. Tal constatação poderá levar, na prática, as empresas a procurarem localizações alternativas fora do Quadrilátero.

Apesar da maior parte dos espaços empresariais não terem sido selecionados pelas empresas, verifica-se que houve uma razoável taxa de ocupação dos pavilhões/lotes vagos em alguns municípios, como Vila Nova de Famalicão. Neste município, 69% da oferta disponível foi preenchida, uma vez que os espaços mais qualificados são aqueles que têm mais capacidade instalada, sendo de destacar o loteamento de Vilarinho das Cambas/Lousado. No caso de Braga, a taxa de ocupação cifra-se em 42%, sendo neste caso negativamente afetada pelo facto da AAE com mais oferta disponível corresponder a um espaço desqualificado e periférico (Sobreposta). Em Barcelos, a taxa de ocupação foi idêntica (41%), sendo aqui penalizada pela existência de um maior número de espaços pouco atrativos. A menor taxa de ocupação (16%) registou-se em Guimarães, dada a existência de uma grande oferta (a maior do Quadrilátero) e o reduzido número de espaços que foi selecionado (São João da Ponte, Quinta do Lameirinho, Monte da Carreira e Brito Park).

Os resultados da simulação mostram ainda que os espaços mais atrativos neste cenário são claramente os loteamentos, havendo apenas duas ACE's que captaram empresas (ACE's de Lomar/Ferreiros e de Nogueira, ambas em Braga). Esta constatação vem corroborar que as ACE's são espaços menos qualificados e atrativos do que os loteamentos.

### **11.1.2. Impacto ao nível das empresas**

Como se referiu, considerou-se que as empresas suscetíveis de se deslocalizarem seriam aquelas que tinham uma má situação locativa, havendo um total de 258 empresas nessas condições, que se repartiam irregularmente pelos quatro municípios. Ao confrontar-se o número destas empresas com as AAE's atrativas neste cenário, verifica-se que Braga e Vila Nova de

Famalicão são municípios mais recetores do que emissores de empresas, ao passo que Barcelos e Guimarães tinham mais empresas deslocalizáveis do que capacidade de acolhimento.

Embora através de cada simulação se obtenha um resultado diferente, na medida em que cada empresa não se vai localizar sempre no mesmo lote, foi possível determinar a existência de alguns padrões (Figura 50). Em primeiro lugar e dado o maior número de empresas disponíveis em Barcelos, as AAE's deste município são exclusivamente preenchidas por empresas locais. Não havendo oferta suficiente nas condições requeridas, a maior parte das empresas barcelenses encontrou instalações adequadas nos dois municípios vizinhos, nomeadamente nas AAE's localizadas mais próximas (Sequeira, Frossos/Feital, Vilarinho das Cambas/Lousado, etc.). No caso das empresas de Vila Nova de Famalicão, mais de 60% deslocalizou-se para espaços empresariais do próprio município, dada a existência de capacidade disponível, sobretudo em Vilarinho das Cambas/Lousado. A restante fração (de localização mais periférica) optou por mudar-se para espaços localizados em Guimarães (sobretudo para o loteamento da Quinta do Lameirinho) e Braga. As empresas de Guimarães distribuem-se quase equitativamente entre os espaços existentes em Braga (Nogueira, Pintancinhos, Adaúfe) e os do próprio município, onde também não há oferta suficiente que responda à procura interna.

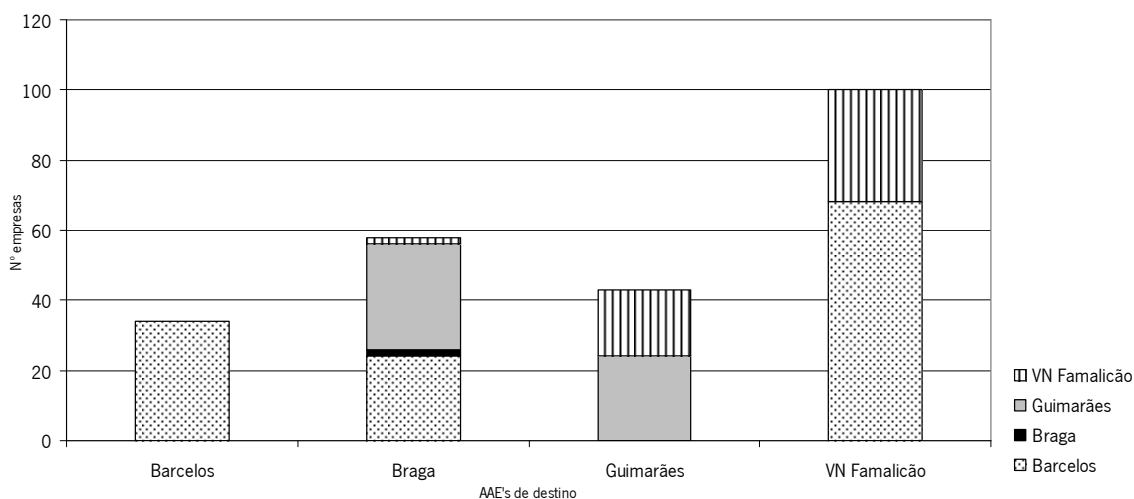


Figura 50: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 1

O comportamento locativo manifestado pelas empresas permite obter algumas conclusões. Nas condições estipuladas verifica-se que há um desequilíbrio entre a procura potencial e a oferta, nomeadamente, em Guimarães (em termos de qualidade/acessibilidades) e em Barcelos (em



termos de quantidade/qualidade). Com efeito, todas as empresas em má situação locativa que não conseguiram deslocalizar-se situam-se nos setores mais periféricos destes dois municípios. Em alguns destes locais até existem espaços de acolhimento (AAE's de Fragoso, Boavista, Santa Maria de Souto), mas baseiam-se numa oferta pouco qualificada e de fraca acessibilidade. Por outro lado, as empresas difusas com deficiente situação locativa são menos numerosas em Vila Nova de Famalicão e em Braga, sendo que é nestes dois municípios que se encontra mais oferta qualificada. Por essa razão, os espaços empresariais destes dois municípios são aqueles que se mostram mais atrativos quer para as empresas locais, quer para as de fora. Nota-se ainda que a proximidade territorial e a limitação da distância a que uma empresa se pode deslocalizar (a 20 km) exercem influência no processo, uma vez que as interações ocorrem fundamentalmente dentro do próprio município e entre municípios limítrofes.

### **11.1.3. Principais ilações obtidas com o cenário 1**

A realização do cenário 1 permitiu obter um conjunto de ideias-chave sobre a atratividade das AAE's e sobre o comportamento locativo das empresas. As principais ilações são as seguintes:

- i) A oferta de solo industrial no Quadrilátero é muito heterogénea tanto à escala municipal como a um nível supramunicipal. Neste cenário, a maior parte das AAE's não é atrativa para as empresas, mesmo considerando que os seus requisitos locativos são baixos.
- ii) A oferta qualificada não é suficiente para dar resposta a uma procura mais exigente por parte das empresas. Neste cenário houve 23 empresas que pretendiam mudar de localização e não o conseguiram fazer. Esta conclusão, a par da anterior, sugere que uma estratégia de qualificação será necessária para fomentar a capacidade das AAE's atraírem empresas.
- iii) A relativamente baixa percentagem de ocupação dos lotes vagos demonstra, portanto, que existe oferta disponível, mas que é pouco qualificada.
- iv) Neste cenário, os municípios de Braga e de Vila Nova de Famalicão emergem como os mais competitivos: são aqueles que apresentam AAE's mais qualificadas e com mais oferta disponível. São os únicos que dão resposta aos requisitos das empresas locais e permitem acolher uma percentagem significativa de empresas provenientes dos outros dois concelhos.
- v) Os municípios onde existem mais empresas difusas em má situação locativa são aqueles onde há menor oferta qualificada havendo, assim, um desequilíbrio entre a procura potencial e a oferta qualificada. Esta conclusão aponta para a necessidade de melhorar as condições oferecidas, sobretudo, pelas AAE's de Barcelos e de Guimarães.

vi) A localização geográfica condiciona bastante o padrão de ocupação dos espaços empresariais e o comportamento das empresas. Os espaços mais periféricos são, por norma, pouco atrativos e as empresas difusas implantadas nestes locais revelam uma maior dificuldade em encontrar uma localização que represente um acréscimo de qualidade nas proximidades.

vii) Este cenário evidencia que, na ausência de uma política de coordenação intermunicipal de medidas (de qualificação), o Quadrilátero funcionará como um território multipolar, onde há municípios/espacos empresariais competitivos para a instalação de empresas e outros pouco atrativos. A suavização destas assimetrias dependerá da adoção de medidas integradas à escala supramunicipal. Nos cenários seguintes procurar-se-á confirmar este pressuposto.

### 11.2. Análise dos resultados obtidos com o cenário 2

Nas condições mencionadas para o cenário 2 (qualificação coordenada e seletiva das AAE's com maior volume de negócios) procedeu-se à simulação da deslocalização das empresas, cujos resultados se sintetizam na Figura 51. De seguida analisam-se os resultados obtidos com este cenário ao nível da atratividade das AAE's e da deslocalização das empresas.

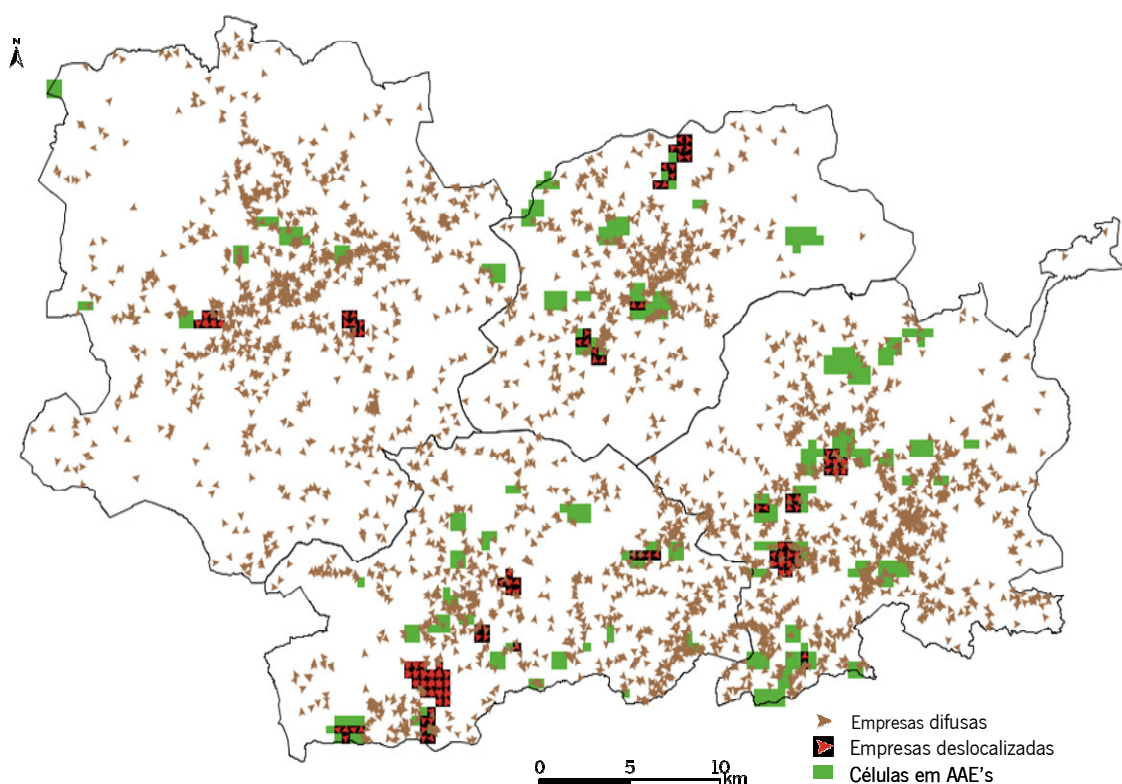


Figura 51: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 2

### 12.2.1. Impacto ao nível das AAE's

Se no cenário 1 a maior parte das AAE's não era atrativa para as empresas, os resultados obtidos com a simulação do cenário 2 revelam uma situação ainda pior, com a diminuição do número de empresas instaladas nos espaços empresariais (-49) e com a redução do número de espaços atrativos (-3), apesar de haver um maior número de candidatos (as AAE's às quais foi atribuída uma oferta fictícia). Face a esta aparente perda de eficácia da estratégia, é legítimo questionar: qual a pertinência em adotar uma qualificação seletiva dos espaços empresariais? Esta questão faz todo o sentido, uma vez que os resultados sugerem que o investimento realizado com uma qualificação seletiva não acarreta grandes vantagens para a atratividade dos espaços empresariais no seu todo, nem contribui para mitigar as assimetrias diagnosticadas. Além disso, muitos dos próprios espaços qualificados não foram escolhidos pelas empresas (Quadro 15). Com efeito, a melhor correlação ocorre nos municípios de Braga e de Vila Nova de Famalicão e a pior em Barcelos, onde mais de metade dos espaços beneficiados foram preteridos pelas empresas. Fora do lote dos qualificados, apenas duas AAE's conseguiram atrair empresas nestas condições (os loteamentos da Lagoa e de Pintancinhos).

Quadro 15: Impacto da qualificação seletiva das AAE's na atração de empresas

| Município              | Nº AAE's requalificadas | Nº AAE's requalificadas que atraíram empresas | Nº AAE's não requalificadas que atraíram empresas |
|------------------------|-------------------------|---|---|
| Barcelos               | 5                       | 2   | 0   |
| Braga                  | 3                       | 3   | 1   |
| Guimarães              | 7                       | 5   | 0   |
| Vila Nova de Famalicão | 7                       | 6   | 1   |
| Quadrilátero           | 22                      | 14  | 2   |

O baixo desempenho obtido com este cenário ficará a dever-se a vários motivos. A principal explicação é a de que os espaços que geram maiores volumes de negócios correspondem aos mais atrativos. São os casos das AAE's de Vilarinho das Cambas/Lousado, Mabor/Lousado, Antas/Esmeriz, São João da Ponte, Adaúfe, Celeirós, Várzea, entre outras). Esta constatação sugere, desde logo, que uma oferta qualificada acarreta diversas vantagens, entre as quais a maior capacidade de atrair empresas e de captar indústrias geradoras de maior riqueza. Por esse motivo, uma qualificação focalizada nestes espaços iria aumentar a sua atratividade, mas penalizaria, em termos comparativos, os restantes espaços, que perderiam competitividade.

A adoção desta estratégia concertada entre os quatro municípios também não parece contribuir para mitigar as diferenças existentes entre os espaços empresariais, nem para

melhorar o posicionamento dos municípios que surgiam numa situação mais fragilizada no cenário 1. Pelo contrário, uma qualificação seletiva sugere um agravamento dos problemas. Com efeito, o aumento do desvio-padrão das percentagens relativas às infraestruturas, amenidades e acessibilidades, tanto à escala municipal como supramunicipal, é sintomático do aprofundamento dessas diferenças, onde os espaços não requalificados se tornam ainda menos apelativos. Por outro, a simulação mostra que Guimarães e Barcelos, os dois municípios com a situação mais vulnerável no cenário 1, não registam grandes progressos, sobretudo no caso de Barcelos, que até viu baixar o número de espaços atrativos. Na verdade, o maior equilíbrio supramunicipal na distribuição dos espaços acolhedores fica a dever-se à redução operada em Braga (-3 AAE's) e em Vila Nova de Famalicão (-2 AAE's). Ainda assim, é de salientar que metade dos espaços empresariais selecionados pelas empresas se localiza em Vila Nova de Famalicão, que é, portanto, o município com maior número de AAE's acolhedoras neste cenário.

Os espaços mais atrativos neste cenário coincidem com os identificados no cenário 1, sendo de registar algumas entradas e outras saídas. As entradas correspondem a AAE's às quais foi atribuída uma oferta fictícia e que se revelaram atrativas, como as AAE's de Ronfe e de Pousada de Saramagos. Em termos de saídas, é de salientar o caso de Braga, que perdeu 3 espaços, por não gerarem um volume de negócios que lhes permitisse gozar do efeito de qualificação (Sequeira, Nogueira e Frossos).

Nas condições definidas para o cenário 2, verifica-se que o número de lotes/pavilhões preenchidos foi de 178 (não contabilizando os fictícios). Isto dá uma taxa de ocupação de 28%, que é, portanto, inferior à obtida no cenário 1. A explicação para tal facto reside na diminuição do número de espaços acolhedores para as empresas. Por essa razão, a percentagem de empresas difusas que não conseguiu deslocalizar-se foi 30% superior à registada no cenário 1.

Neste cenário, Vila Nova de Famalicão é o município onde mais lotes/pavilhões vagos são ocupados (63% do total) e Braga e Guimarães os que menos conseguem preencher a oferta disponível (menos de 15%).

Em comparação com o cenário 1, os resultados do cenário 2 mostram que há um maior número de ACE's atrativas (Ronfe, Devesa/Cruzeiro e Pousada de Saramagos), para além de Lomar/Ferreiros, que já figurava na lista dos espaços atrativos no cenário anterior. A atribuição de uma oferta fictícia permitiu esclarecer que aquelas ACE's são espaços atrativos para a instalação de empresas caso haja lotes/pavilhões vagos e uma ação de qualificação.

### 11.2.2. Impacto ao nível das empresas

No que respeita às empresas deslocalizáveis, na simulação do cenário 2 mantiveram-se os pressupostos definidos para o cenário 1 (258 pequenas e micro empresas em má situação locativa). O padrão de deslocalização das empresas apresenta-se na Figura 52.

Em comparação com o cenário 1, os resultados mostram que houve um menor número de empresas de Guimarães e de Barcelos que conseguiram deslocalizar-se e que houve menos empresas acolhidas pelas AAE's no seu todo. Individualmente, os espaços empresariais de Barcelos foram inteiramente ocupados por empresas locais, sendo de destacar a menor percentagem de empresas que se deslocalizou para Braga, devido à redução do número de espaços atrativos e da oferta disponível neste município. Em Guimarães assistiu-se a um ligeiro aumento da representatividade das empresas oriundas de Vila Nova de Famalicão, sendo as restantes vagas preenchidas por procura local. Os espaços de Vila Nova de Famalicão continuaram a registar uma forte ocupação por empresas barcelenses, dada a proximidade territorial e a existência de procura potencial neste município, que é 2,5 vezes superior à existente em Vila Nova de Famalicão.

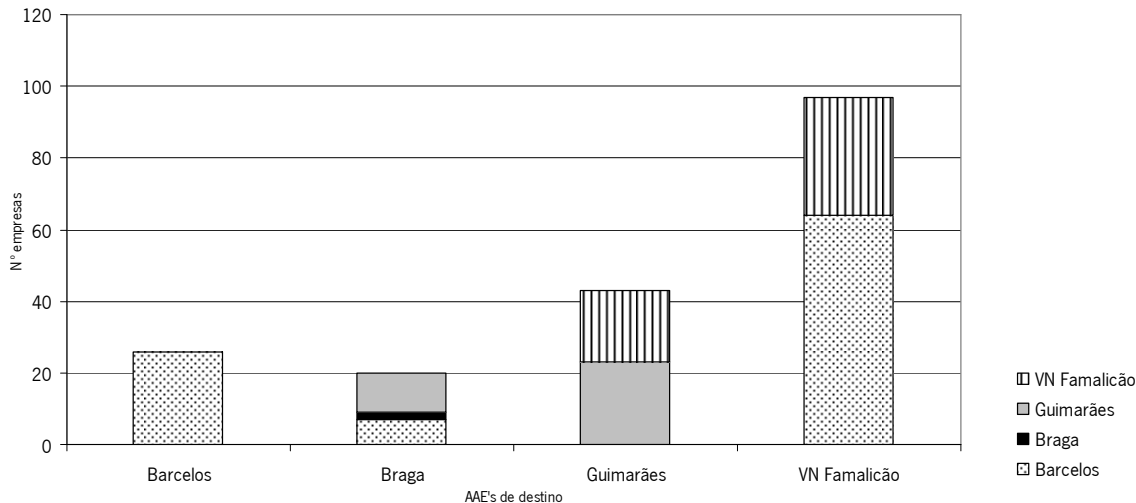


Figura 52: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 2

### 11.2.3. Principais ilações obtidas com o cenário 2

As principais conclusões obtidas com este cenário são as seguintes:

- i) Uma qualificação focalizada nos espaços empresariais que geram maiores volumes de negócios não parece acarretar grandes vantagens para o reforço da atratividade das restantes

AAE's do Quadrilátero, pois contribuirá, sobretudo, para reforçar as condições de acolhimento de espaços que já são atrativos.

ii) A simulação demonstra que diversos espaços, mesmo depois de requalificados, não se revelam acolhedores para as empresas. Isso deve-se ao facto de alguns deles estarem ancorados em torno de empresas que geram grandes volumes de negócios, mas que apresentam diversas dificuldades locativas, nomeadamente ao nível da acessibilidade (caso da ACE de Vale de São Cosme). Por outro lado, esta constatação sugere que a existência de condições locativas precárias não é totalmente impeditiva para o sucesso de uma empresa.

iii) Do ponto de vista económico, o resultado desta simulação sugere que a racionalidade e o retorno do investimento na qualificação dos espaços empresariais deverá ser bem ponderado. Embora a análise do custo e da relação custo/benefício de uma intervenção destas transcenda o objetivo do estudo, a simulação demonstra que o *upgrade* dos espaços empresariais deve ser objeto de um planeamento cuidadoso e que diversas AAE's, para se aproximarem dos níveis competitivos oferecidos por outras áreas, necessitam de investimentos mais avultados. Em grande medida, estas necessidades resultam de um mau planeamento dos espaços, que denotam má acessibilidade e aos quais faltam diversas valências básicas.

iv) Estas constatações anteriores não significam que a qualificação destes espaços (com maior volume de negócios) não seja necessária. Pelo contrário. Será importante para debelar muitas fragilidades diagnosticadas e para reforçar a capacidade do Quadrilátero atrair empresas provenientes do exterior. Estas AAE's mais atrativas poderão mesmo funcionar como os nós de uma rede à escala regional, com capacidade de polarizar a captação de empresas do exterior e, assim, de dinamizar os espaços menos atrativos situados nas proximidades.

v) Este cenário revela de uma forma mais vincada que não existe uma oferta qualificada suficiente para responder a uma procura potencial que seja mais exigente, o que sugere que uma requalificação generalizada das AAE's possa ser uma ação mais profícua.

vi) A adoção de uma estratégia supramunicipal de qualificação seletiva melhora a atratividade de alguns espaços, mas agrava o fosso entre as AAE's mais e menos acolhedoras. E tem reflexos no aumento da taxa de ocupação de alguns dos espaços requalificados (mas não de todos).

vii) Seria interessante saber qual o impacto desta ação sobre as empresas localizadas no exterior do Quadrilátero. Esta deverá ser uma dimensão a integrar em futuros estudos, pois permitirá aferir melhor o impacto que a concertação supramunicipal de uma medida destas poderá ter na captação de empresas provenientes de fora do Quadrilátero.

### 11.3. Análise dos resultados obtidos com o cenário 3

A simulação do cenário 3 seguiu os procedimentos anteriormente descritos (qualificação coordenada de todas as AAE's), apresentando-se na Figura 53 os respetivos resultados, que se analisam de seguida.

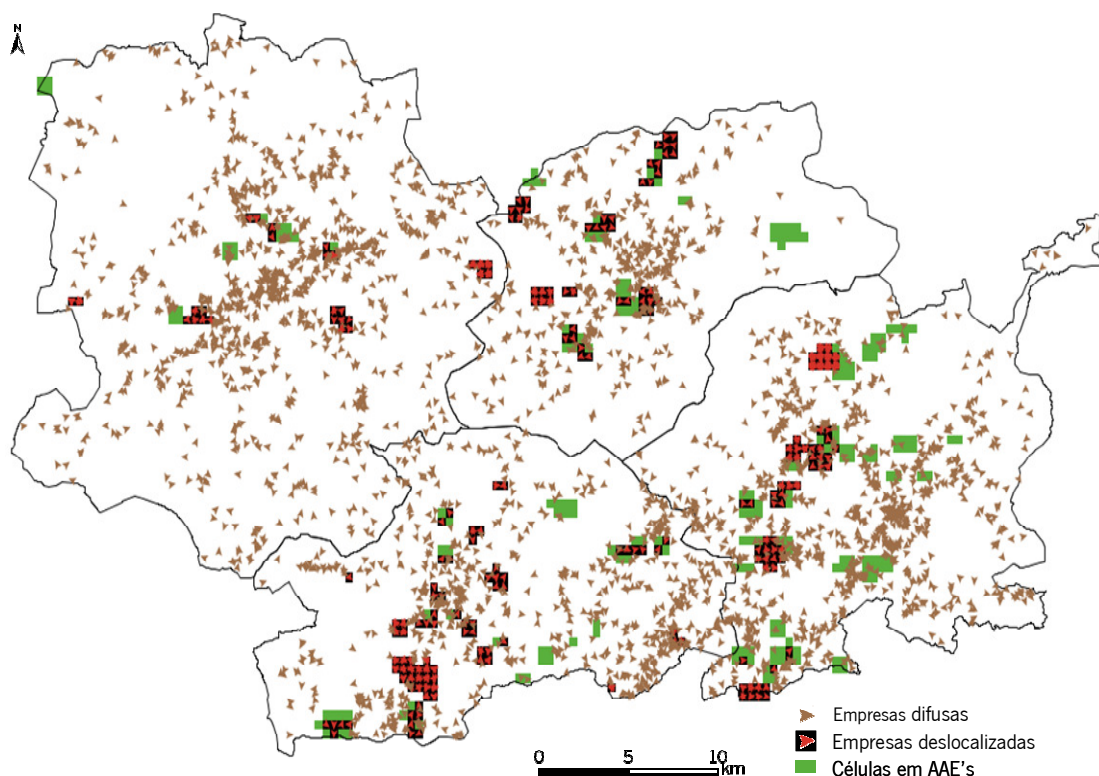


Figura 53: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 3

#### 11.3.1. Impacto ao nível das AAE's

Os resultados obtidos com este cenário diferem bastante dos anteriores, havendo um maior número de espaços atrativos e uma maior taxa de ocupação dos lotes/pavilhões vagos. Uma ação concertada de qualificação das AAE's tem, portanto, um impacto positivo na medida em que espaços empresariais sem condições de acolhimento nos cenários anteriores passaram a ser atrativos para as empresas (AAE's de Tamel São Verissimo, Pousa, Padim da Graça, Jesufrei, Mouquim, Mounquim/Gavião, Sande, Mide, etc.). Assim, a eficácia desta estratégia é superior às anteriores, pois um maior número de empresas conseguiu deslocalizar-se. Contudo, verifica-se que, mesmo assim, há um número significativo de espaços (28) que não foi acolhedor para as empresas. Na maior parte dos casos isso deve-se aos fracos índices de acessibilidade associados à má localização dos espaços (AAE's de Fragoso, Sobreposta, Tibães, Santa Maria de

Souto, Boavista, Chão da Mata, Vale de São Cosme, etc.). Em situações mais pontuais (AAE's de Mariz, Avidos, Além Ponte) isso deve-se também ao maior custo médio do solo. Esta constatação sugere que, para alguns espaços se tornarem atrativos, será necessário intervir nas acessibilidades embora, na maior parte dos casos, isso não seja viável dada a localização geográfica e o afastamento em relação às vias estruturantes e às infraestruturas logísticas regionais. Pontualmente, uma política de preços mais próxima do valor médio do mercado também será importante para superar o problema.

Em comparação com o cenário anterior, a taxa de ocupação das AAE's subiu de 27% para 81%, sendo este um dos aspetos mais significativos desta simulação. Em termos gerais houve 516 lotes/pavilhões que foram ocupados por empresas, enquanto 123 ficaram de fora das escolhas das empresas. Neste cenário, Guimarães continuou a ser o município com maior número de espaços preteridos pelas empresas (17 ao todo), mas foi em Braga que mais de metade da oferta disponível ficou por preencher (Quadro 16). Isso explica-se pelo facto da elevada oferta existente na AAE da Sobreposta não responder aos requisitos locativos das empresas, mesmo considerando uma ação de qualificação. Neste cenário, Vila Nova de Famalicão surgiu de novo como o município com o maior número de espaços atrativos e como aquele onde a percentagem de lotes/pavilhões por preencher foi menor (2%).

Quadro 16: Impacto da qualificação de todas as AAE's na atração de empresas

| Município              | Nº AAE's requalificadas | Nº AAE's requalificadas que atraíram empresas | Percentagem de lotes/pavilhões não ocupados |
|------------------------|-------------------------|---|---|
| Barcelos               | 11                      | 7   | 13,4%                                       |
| Braga                  | 12                      | 9   | 51,1%                                       |
| Guimarães              | 29                      | 12  | 15,4%                                       |
| Vila Nova de Famalicão | 27                      | 22  | 2,0%  |
| Quadrilátero           | 79                      | 50  | 19,7%                                       |

Os resultados demonstram que esta ação tem um impacto bastante mais positivo do que a qualificação seletiva dos espaços. Em primeiro lugar, porque qualifica consideravelmente um maior número de espaços, havendo um total de 50 que passaram a ser atrativos para as empresas. Em segundo, porque contribuiu para o aumento da taxa de ocupação dos espaços, que passou de 27% para 81%. Em terceiro, porque permitiu suavizar o diferencial existente entre os municípios e as AAE's, fazendo com que o Quadrilátero se afirme como um território mais atrativo no seu todo para a instalação de empresas. Em quarto, este cenário revela que uma ação coordenada de qualificação de todos os espaços empresariais melhora o seu desempenho locativo, mas que muitos deles (29) continuam a não ser atrativos para as empresas. Neste



cenário também se confirma que as ACE's correspondem à maior parte dos espaços onde não houve a instalação de empresas. Isso é particularmente notório em Vila Nova de Famalicão, onde quase todas as AAE's que ficaram devolutas correspondem a ACE's (Bente, Penso, Segures e Vale de São Cosme).

### 11.3.2. Impacto ao nível das empresas

Os resultados mostram que neste cenário houve um aumento substancial de deslocalizações (+191% do que no cenário 2), que resultaram da melhoria generalizada das condições de acolhimento e do maior número de empresas deslocalizáveis (de 258 para 1145). O padrão locativo das empresas mostra algumas diferenças face aos cenários anteriores (Figura 54).

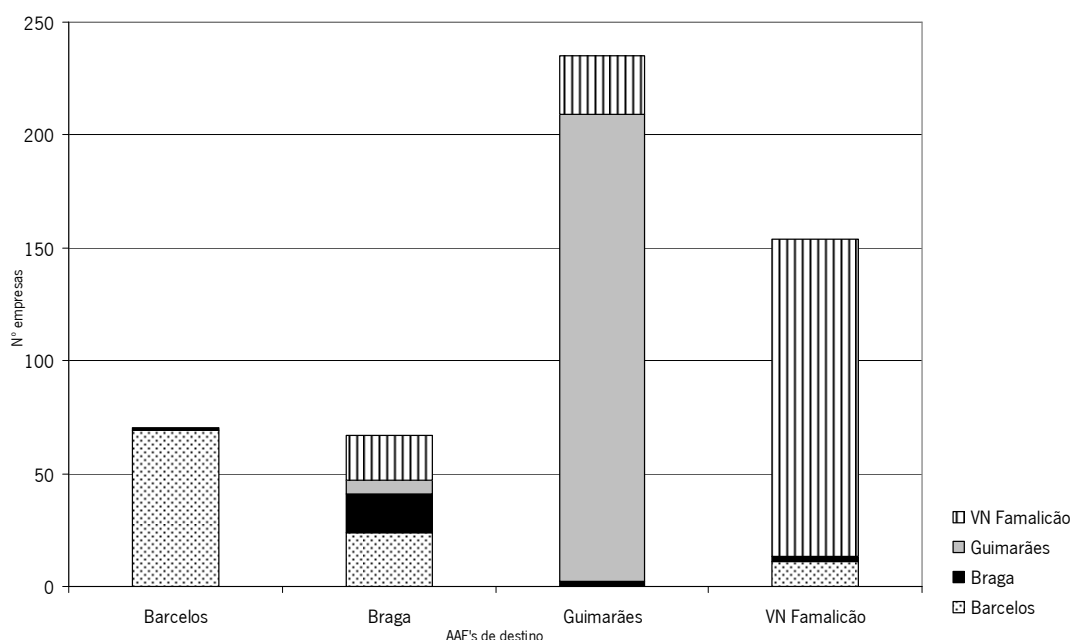


Figura 54: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 3

Com exceção de Braga, as AAE's dos restantes municípios foram predominantemente ocupadas por empresas do próprio município, o que foi particularmente notório em Barcelos. Neste cenário, pela primeira vez, as AAE's de Barcelos acolheram empresas de outro município (o loteamento da Pousa foi escolhido por empresas de Braga). O município de Braga continua a ser o único que acolheu empresas oriundas dos outros três concelhos de uma forma mais ou menos proporcional. Em Guimarães, o elemento mais notório foi o grande aumento de empresas acolhidas, sendo que a maior parte delas proveio do próprio concelho. Em Vila Nova de Famalicão, o dado mais significativo foi a diminuição da proporção de empresas provenientes de

Barcelos. Neste caso, o aumento do número de empresas locais deslocalizáveis levou a que as empresas famalicenses passassem a prevalecer na ocupação dos respetivos espaços empresariais.

Face a estes resultados, a taxa de colocação de empresas oscilou entre os 22% e os 100%. Em Braga todas as empresas deslocalizáveis conseguiram mudar-se para uma AAE, sendo que a maior parte delas ficou instalada numa AAE do próprio município. No outro extremo, apenas 22% das empresas deslocalizáveis de Barcelos conseguiram mudar-se para uma nova AAE.

Os espaços empresariais localizados na periferia dos municípios foram aqueles que atraíram mais empresas dos territórios vizinhos, devido à maior proximidade territorial. Isso é visível, por exemplo, na percentagem de empresas de Barcelos que se instalaram nas AAE's de Padim da Graça, Sequeira e Frossos/Feital (Braga) ou ainda no número de empresas de Vila Nova de Famalicão que se localizou nos loteamentos da Quinta do Lameirinho e de Mide, em Guimarães. Quando as vagas nas proximidades estavam preenchidas, as empresas foram obrigadas a procurar instalações mais distantes, facto que explica a presença de empresas de Vila Nova de Famalicão nos loteamentos de Adaúfe e de Pintancinhos, por exemplo.

### **11.3.3. Principais ilações obtidas com o cenário 3**

Os resultados obtidos com este cenário sugerem diversas ilações, nomeadamente:

- i) Uma ação de qualificação de todas as AAE's do Quadrilátero é importante, pois permite melhorar significativamente a capacidade destas atrair empresas. Foi neste cenário que se atingiu o maior número de espaços atrativos, que mais empresas se deslocalizaram e que se obteve a maior taxa de ocupação dos lotes vagos. Desta forma, esta estratégia revela um maior nível de eficácia do que as estratégias dos cenários anteriores.
- ii) A qualificação generalizada dos espaços empresariais é uma ação que permite suavizar de forma mais evidente o diferente potencial existente no interior do Quadrilátero, pois confere a alguns espaços/municípios menos atrativos novos argumentos locativos.
- iii) A localização das empresas difusas que não conseguiram deslocalizar-se dá uma indicação mais precisa de onde existe uma menor oferta (qualificada) disponível. Com isto não se está a defender a promoção de mais espaços onde estas empresas se concentram, mas que é necessário melhorar e, pontualmente, ampliar a oferta existente nestas áreas. Em Barcelos é notório que existe um maior desequilíbrio entre a procura potencial interna e a oferta disponível.

iv) Apesar da incidência transversal desta ação a todos os espaços, constata-se que subsiste uma percentagem significativa de AAE's que não é atrativa para as empresas com requisitos locativos médios/altos. Na maior parte dos casos, estes espaços são penalizados pela deficiente acessibilidade associada à localização definida para os mesmos.

v) A constatação anterior sugere que, para tornar estes espaços atrativos, terá que ser feito um esforço ainda maior ao nível da qualificação e da melhoria das condições de acesso e de articulação com os restantes espaços e com o tecido urbano envolvente. Caso contrário, a função destes espaços ficará reduzida à atração de empresas pouco exigentes ou à promoção de lógicas de desenvolvimento locais, com reduzido impacto socioeconómico.

vi) A implementação de uma ação concertada de qualificação levanta diversos aspetos críticos. Um deles prende-se com os custos financeiros que uma ação destas envolveria. O segundo relaciona-se com a ausência de estruturas de gestão das AAE's (quem suportaria esses custos, de que forma seriam distribuídos pelos diversos interessados, etc.).

vii) Neste cenário seria também interessante saber qual o impacto desta ação sobre as empresas localizadas no exterior do Quadrilátero. Em estudos futuros esta deverá ser uma dimensão a analisar, para entender o acréscimo de competitividade que uma ação destas pode trazer às AAE's do Quadrilátero em relação ao restante território envolvente.

#### **11.4. Análise dos resultados obtidos com o cenário 4**

No cenário 4 efetuaram-se duas simulações para se aferir o desempenho locativo das estratégias previstas pelos municípios e o seu impacto na oferta já existente. Assim, começa-se por apresentar os resultados obtidos no cenário de menor qualificação (4a). Depois analisam-se os resultados alcançados com o cenário de qualificação coordenada das estratégias (4b).

##### **11.4.1. Simulação num quadro de reduzida qualificação das AAE's previstas (4a)**

Os resultados obtidos com a simulação do cenário 4a sintetizam-se na Figura 55 e passam-se a analisar de seguida.

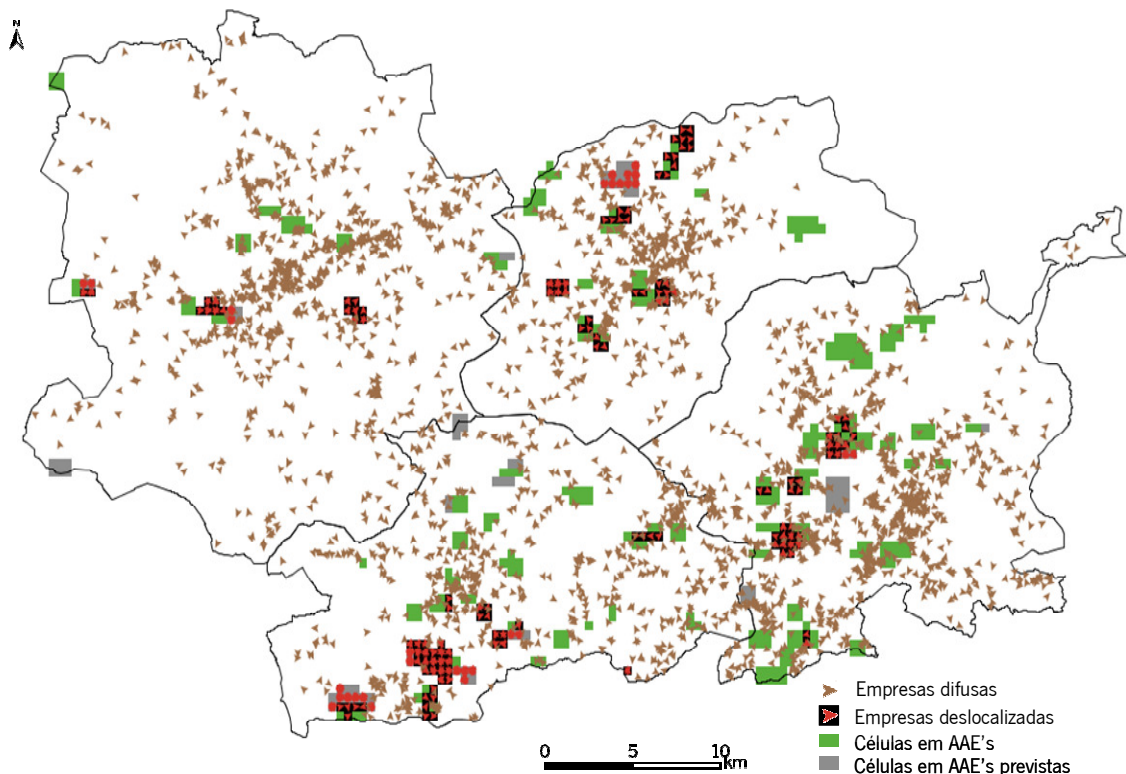


Figura 55: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 4a

#### 11.4.1.1. Impacto ao nível das AAE's

Os resultados mostram que, em relação aos cenários anteriores, particularmente em relação ao cenário 1, que serve de termo de comparação, houve um aumento do número de empresas instaladas nas AAE's. Esse aumento resulta do acréscimo da oferta que foi disponibilizada pelos novos espaços previstos pelos municípios. No entanto, nem todas as estratégias previstas revelaram o mesmo grau de eficácia.

No caso das ampliações dos espaços existentes, a simulação mostra que esta intervenção é mais pertinente quando incide sobre AAE's que já eram acolhedoras para as empresas no cenário 1. Assim, a ampliação prevista para as AAE's de Perelhal, Vila Frescaíña de São Pedro, São João da Ponte, Ribeirão/Sam, Vilarinho das Cambas/Lousado e Lagoa permitirá aumentar a oferta disponível em espaços que já eram atrativos para as empresas. Noutros casos, o alargamento poderá não trazer os efeitos desejados, pelo menos num cenário de menor qualificação, como o comprova o facto do aumento da oferta nas AAE's da Boavista, Pousa ou de Mouquim não ter despertado o interesse das empresas.

O caso muda de figura quando se analisam os espaços a construir de raiz. Das novas AAE's a disponibilizar pelos municípios, apenas uma delas (Palmeira, Braga) se revelou atrativa para as empresas. Nos restantes casos, o mau desempenho dos espaços foi afetado pela

insuficiente cobertura por infraestruturas e amenidades, o que vem reforçar a noção que o investimento nestas componentes é fundamental para assegurar uma maior eficácia da estratégia. A vantagem do espaço previsto para Palmeira decorreu, precisamente, das valências já existentes no local, assumindo-se que o irão beneficiar no futuro.

Num cenário de baixa qualificação e de descoordenação das políticas municipais, a eficácia da estratégia é moderada. Dum total de 16 espaços a intervir/criar, verifica-se que 7 deles se revelaram atrativos para as empresas. A taxa de ocupação dos lotes a disponibilizar situou-se nos 61%, uma vez que a maior oferta disponível (com exceção de Silvares) coincidiu com espaços com bom desempenho locativo. Por outro lado, a estratégia de ampliação revelou-se mais eficaz do que a da criação de novos espaços. Neste último caso, dos cinco espaços a criar de raiz, apenas um deles conseguiu acolher empresas neste cenário, fixando-se a taxa de ocupação em 45%. Guimarães foi o município onde se verificou uma menor eficiência da estratégia, pois estão previstas intervenções em quatro espaços e apenas um deles (área ampliada do loteamento de São João da Ponte) conseguiu atrair empresas.

#### **11.4.1.2. Impacto ao nível das empresas**

Neste cenário, as novas áreas previstas pelos municípios conseguiram captar mais empresas do que todas as AAE's existentes no seu todo. O espaço previsto para Palmeira foi um dos que mais contribuiu para este desempenho (atraiu 150 empresas). Além disso, os resultados da simulação apresentam outros aspetos que diferem dos anteriores. Pela primeira vez, Vila Nova de Famalicão foi o município que conseguiu deslocalizar o maior número de empresas (295), ficando a maior parte delas (70%) em espaços do próprio município.

Guimarães, que era o município de onde provinham mais empresas deslocalizadas no cenário 3, viu aumentar o número de empresas sem colocação (+104). Este comportamento explica-se pelo facto de algumas das ações previstas para o município não trazerem ganhos substanciais em termos das condições de acolhimento.

Em Barcelos, o número de empresas que conseguiu deslocalizar-se mais que duplicou em relação ao cenário 3. Para tal facto contribuiu não apenas o aumento da oferta em espaços que se revelaram atrativos (Perelhal e Vila Frescaíinha de São Pedro), como a maior oferta disponibilizada nos dois municípios adjacentes, nomeadamente em Vila Nova de Famalicão. Na Figura 56 sintetiza-se a distribuição da origem/destino das empresas obtida com a simulação deste cenário.

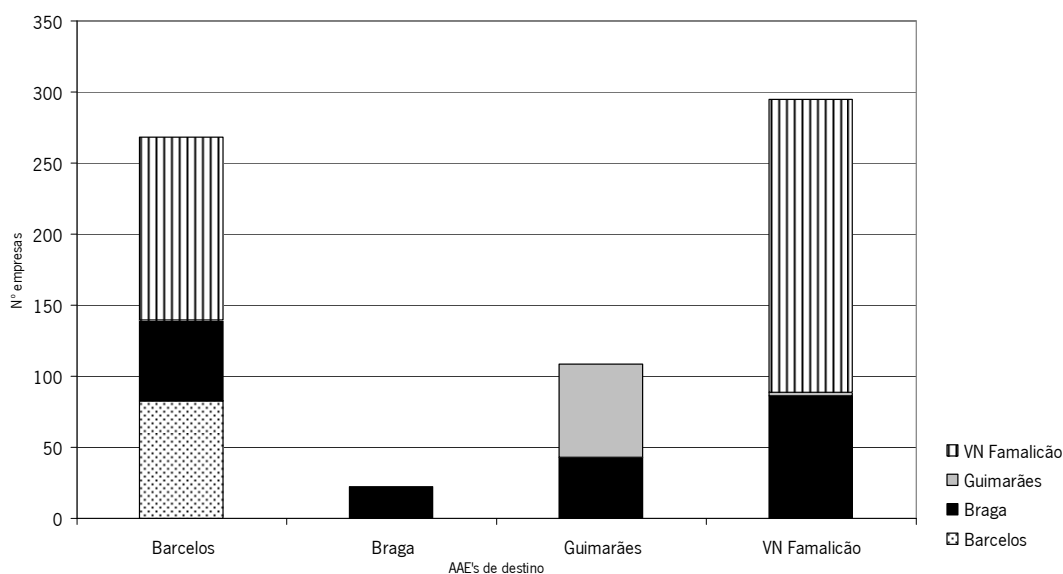


Figura 56: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 4a

#### 11.4.1.3. Principais ilações obtidas com o cenário 4a

As principais conclusões obtidas com este cenário prospetivo são as seguintes:

- i) Nas condições estipuladas, a concretização das estratégias previstas não terá um grande impacto na melhoria das condições atuais. Isso é particularmente notório ao nível da criação de novos parques, onde apenas um deles (Palmeira) se revelou atrativo para as empresas. Pelo contrário, o aumento da oferta em espaços atualmente atrativos revela-se acertada e poderá colmatar a escassa oferta disponível que, de uma forma geral, foi identificada nessas AAE's.
- ii) A estratégia de criação de novos espaços empresariais deverá pautar-se, portanto, por critérios de maior qualificação (aspeto a confirmar no cenário 4b). A não verificar-se este pressuposto, as políticas municipais poderão contribuir para agravar diversos problemas, como a dispersão da oferta, o aumento da oferta pouco qualificada e da taxa de subocupação.
- iii) A estratégia deste cenário contribui para agravar a oferta devoluta. Em nenhum dos cenários anteriores se atingiu uma proporção tão elevada de lotes/pavilhões não ocupados (49%). Esta constatação sugere que as políticas de expansão da oferta pouco qualificada sejam reequacionadas, pois agravarão as taxas de subocupação das AAE's.
- iv) Os resultados apontam também para que se pondere a racionalidade territorial das ações previstas. A localização periférica definida para alguns dos espaços a criar/ampliar (AAE's da Boavista, Arnoso Santa Eulália, Serzedelo, etc.) revela ser uma estratégia ineficaz.

v) Apesar de diversas estratégias não se revelarem eficazes, verifica-se que foi neste cenário que mais empresas difusas se deslocalizaram. Esse comportamento deve-se ao facto da oferta prevista aumentar para mais do dobro a oferta disponível nas AAE's já existentes.

vi) Neste cenário, as estratégias revelam diferentes índices de eficácia. No caso de Braga e de Vila Nova de Famalicão, verifica-se que mais de 75% da oferta prevista é ocupada por novas empresas, enquanto no caso de Guimarães é inferior a 15% (fortes assimetrias intermunicipais).

vii) A entrada em funcionamento das AAE's previstas não parece afetar o desempenho locativo dos espaços já existentes. Isso deve-se ao facto das estratégias previstas serem simuladas num quadro de baixa qualificação, mas também devido à inclusão de uma procura potencial superior à oferta disponível.

#### 11.4.2. Simulação num quadro de qualificação das AAE's previstas (4b)

O cenário 4b tem como ponto de partida as estratégias previstas na simulação anterior, mas admite que os espaços a criar/ampliar irão ser qualificados de uma forma coordenada pelos quatro municípios. Na Figura 57 apresentam-se os resultados desta simulação.

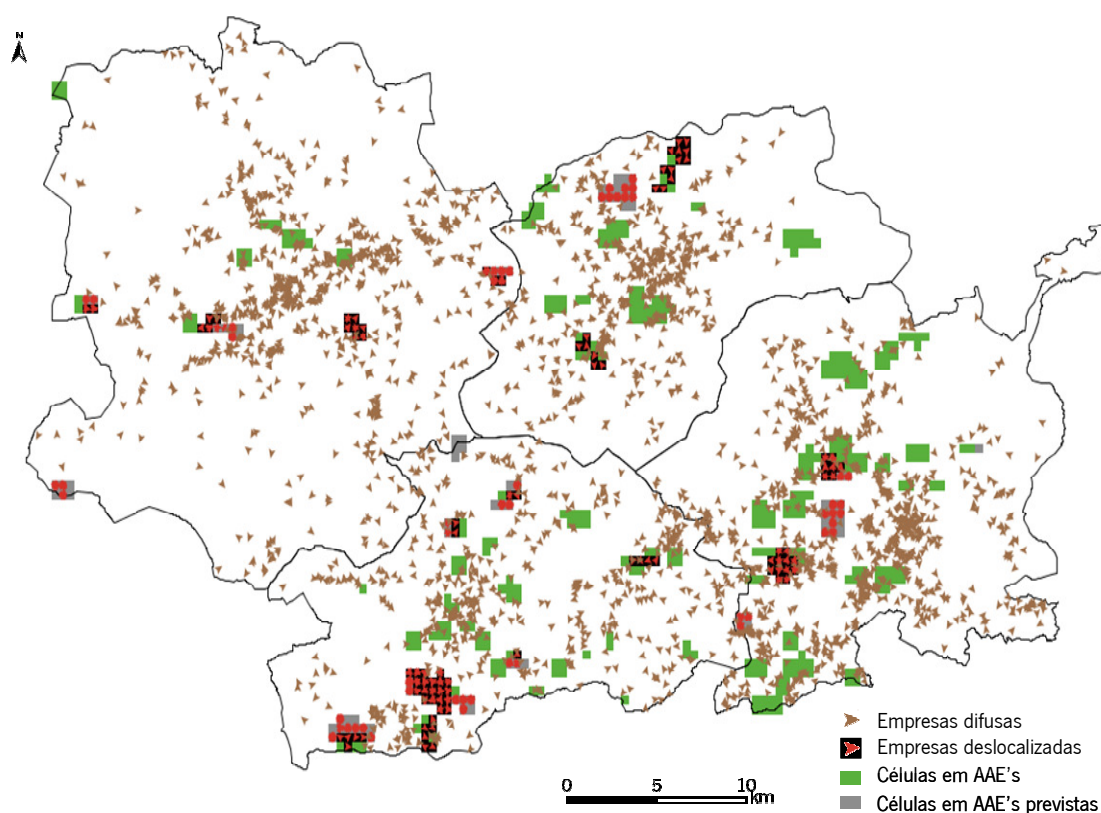


Figura 57: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 4b

#### **11.4.2.1. Impacto ao nível das AAE's**

Os resultados revelam que uma política coordenada de promoção de espaços qualificados é mais eficiente na atração de empresas. Com efeito, a comparação dos resultados obtidos com os cenários 4a e 4b mostra que o número de AAE's atrativas passou de 7 para 12 e que o número de lotes/pavilhões ocupados subiu 48%. Ao contrário do cenário anterior, onde a ampliação dos espaços mais atrativos surgia como a estratégia mais eficiente, neste caso verifica-se que tanto a criação de AAE's de raiz, como a ampliação das já existentes, se revelam eficazes. Assim e desde que sejam planeadas como áreas qualificadas, todas as AAE's a criar de novo se revelam atrativas, com exceção da de Arnoso Santa Eulália (Vila Nova de Famalicão), que é penalizada pela acessibilidade. A ampliação e a correspondente qualificação poderão trazer benefícios não apenas para esses setores, como para o restante perímetro dos respetivos espaços. Com exceção do caso da ACE da Boavista (Guimarães), todas as restantes ampliações foram atrativas para as empresas. Além disso, a qualificação integral dos loteamentos poderá ser determinante para alguns espaços se tornarem atrativos, como são disso exemplo as AAE's da Pousa, Jesufrei e Mounquim/Gavião, que não se revelaram acolhedoras no cenário anterior.

Uma vez que os espaços são simulados em termos comparativos, o aumento do nível de atratividade dos espaços previstos determina que alguns dos já instalados se tornem menos apelativos para as empresas. Com efeito, do cenário 4a para o 4b houve um total de nove áreas de acolhimento que deixaram de ser atrativas e o número de lotes/pavilhões ocupados nas AAE's existentes baixou 17%. Os espaços que deixaram de ser atrativos foram aqueles que se encontravam no limiar das condições de acolhimento definidas no cenário 4a, contemplando essencialmente AAE's de Braga e de Guimarães (Nogueira, Sequeira, Brito Park, etc.).

Apesar disso, a percentagem de ocupação dos lotes/pavilhões subiu em relação ao cenário anterior para os 65%, o que se deve à elevada capacidade de acolhimento de alguns espaços, que passaram a ser atrativos (Silvares, Pousa, Barqueiros, etc.). À escala municipal, com exceção de Braga, todos os municípios viram aumentar o número de lotes/pavilhões ocupados por empresas. As melhores relações ocorreram em Barcelos e Vila Nova de Famalicão, onde mais de 80% dos lotes vagos existentes e a disponibilizar foram ocupados por empresas.

Em suma, os resultados evidenciam que as estratégias dos municípios se devem focalizar na oferta de espaços qualificados, pois isso aumenta a eficácia das medidas a implementar. E que uma ação coordenada é mais eficaz para o conjunto dos municípios do que



uma intervenção individualizada. Contudo, a simulação demonstra que, pontualmente, a futura oferta de espaços mais qualificados poderá levar a uma perda de atratividade de alguns espaços já instalados, pelo que se poderá equacionar a sua qualificação como forma de precaver o seu declínio. Isso é particularmente verdade nos casos em que os espaços a criar/intervir se localizam nas proximidades destas AAE's já existentes.

#### 11.4.2.2. Impacto ao nível das empresas

Neste cenário atingiu-se o maior número de empresas que se deslocalizaram (917) e o índice mais elevado de ocupação dos lotes/pavilhões vagos (67% da oferta vaga). A melhoria da eficácia da estratégia face ao cenário anterior deve-se à inclusão de espaços com maior oferta vaga, que permite, inclusive, compensar o facto de alguns deles deixarem de ser atrativos.

No que se refere à distribuição, origem e destino da procura, notam-se alguns aspetos diferenciadores face aos cenários anteriores (Figura 58).

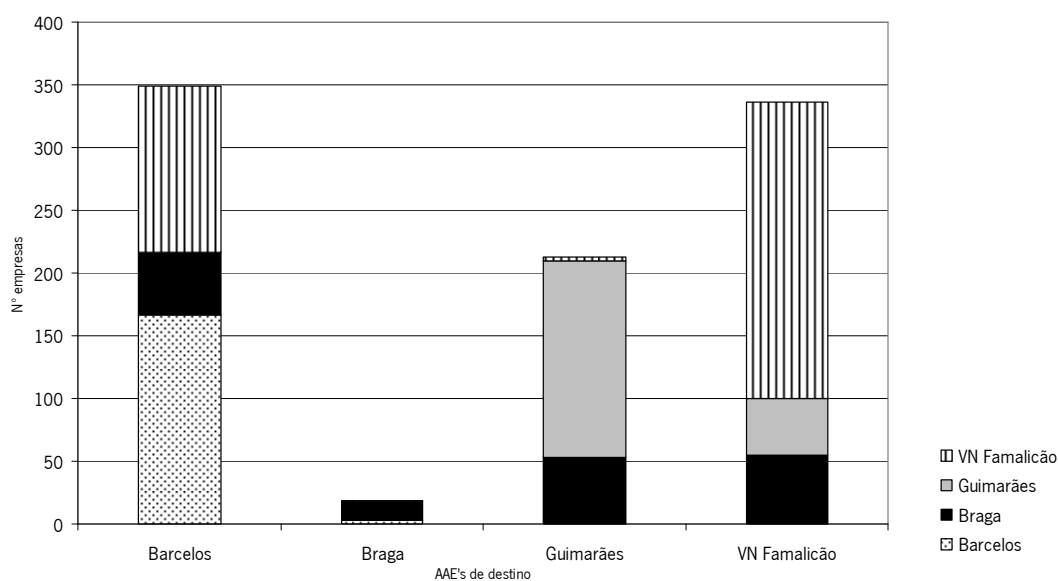


Figura 58: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 4b

A simulação demonstra que a disponibilização de novos espaços qualificados e a beneficiação integral das áreas a ampliar foi particularmente benéfica para Barcelos, que viu aumentar o número de AAE's atrativas e o número de lotes ocupados. Por essa razão, as empresas de Barcelos passaram a ser as mais numerosas no processo de deslocalização (349 ao todo), sendo que 48% delas encontraram instalações adequadas no próprio município.

No caso das empresas de Guimarães, assistiu-se também ao maior aumento do número de empresas deslocalizadas, apesar do número de espaços atrativos ter diminuído face ao cenário 4a. Também neste caso a melhoria de desempenho deve-se à inclusão da oferta futura com elevada capacidade de acolhimento, como a AAE de Silvares.

Nas empresas de Vila Nova de Famalicão, o impacto deste cenário foi mais moderado, mas ainda assim assistiu-se a um aumento de 14% das empresas que se deslocalizaram. Neste caso, aumentou o número de empresas que encontraram uma nova localização no próprio município (mais espaços elegíveis e menor concorrência das empresas de Barcelos). Por outro lado, nota-se que a diminuição da oferta em Braga foi substituída por oferta disponível em Guimarães, sobretudo nas AAE's de Silvares e de Serzedelo (efeito de proximidade).

Em Braga, a redução da oferta atrativa, em comparação ao verificado no restante território, saldou-se numa diminuição de 20% das empresas instaladas nas AAE's do município.

#### **11.4.2.3. Principais ilações obtidas com o cenário 4b**

As principais conclusões obtidas com a simulação do cenário 4b, tendo por referência os resultados do cenário 4a, são as seguintes:

- i) A opção em disponibilizar AAE's mais qualificadas revela-se mais eficiente, pois contribui para aumentar o seu nível de atratividade e a taxa de ocupação dos lotes. Assim, confirma-se que o aumento da oferta futura só fará sentido se for baseada em princípios de qualidade.
- ii) Os resultados da simulação mostram, contudo, que o aumento da oferta qualificada poderá ter efeitos perversos nos espaços já instalados, que veem diminuir a sua capacidade de atrair empresas. Esta constatação sugere que as políticas de criação de novos espaços não deverão ignorar a oferta já existente, que deverá ser devidamente acomodada nessas estratégias. Caso contrário, corre-se o risco de, por um lado, estar a criar condições muito competitivas para a instalação de empresas e, por outro, agravar o problema da subocupação, da desqualificação e da degradação de alguns espaços já instalados. Isso é particularmente notório em Guimarães.
- iii) As políticas municipais devem, portanto, obedecer a um planeamento integrado, que conjugue a oferta existente com a oferta a disponibilizar, tendo como linha prioritária a qualificação das condições de acolhimento. Os resultados demonstram que a qualificação integral de algumas AAE's a ampliar tem uma repercussão direta na sua capacidade de atrair empresas. Portanto, a qualificação é uma estratégia que não deverá ser descurada.

iv) Outro aspeto crítico relaciona-se com a racionalidade territorial e económica das estratégias previstas pelos municípios. O foco do modelo desenvolvido situa-se mais na simulação das condições de oferta do que do lado da procura. Nestes dois últimos cenários, admitiu-se que a procura potencial era de 1145 empresas para um total de 1374 lugares vagos. Em ambos os cenários (sobretudo no 4a), 40% da oferta prevista ficou por ocupar; se se somar a oferta existente, então a taxa de subocupação sobe para os 51% (no caso do cenário 4b fixa-se nos 33%). Porém, também é verdade que não se está a incluir na simulação a procura externa. De qualquer dos modos, os resultados indiciam que, a concretizarem-se as estratégias previstas, a taxa de subocupação das AAE's poderá subir, sobretudo se forem disponibilizadas áreas pouco qualificadas. Por isso, é legítimo questionar se: a) o Quadrilátero necessita de um aumento tão significativo da oferta de espaços empresariais?; e b) porque que é as políticas não se centram na qualificação da oferta já existente, promovendo-se o aumento da oferta apenas nas AAE's mais atrativas, onde a taxa de subocupação é menor?

v) À escala municipal verifica-se que a implementação desta estratégia poderá ter um impacto diferenciado. Um dos mais beneficiados poderá ser Barcelos, pois é o município com menor oferta qualificada disponível e um dos que tem maior procura potencial nos moldes definidos. Em Braga e, sobretudo, em Guimarães, a materialização das estratégias poderão agravar o índice de subocupação verificado em muitas das AAE's já existentes.

### **11.5. Análise dos resultados obtidos com o cenário 5**

Os resultados obtidos com a simulação do cenário 5 são descritos e analisados nos dois Subcapítulos seguintes.

#### **11.5.1. Impactos ao nível das AAE's e das empresas – aspetos diferenciadores**

No cenário 5 utilizou-se uma abordagem diferente da utilizada nos cenários anteriores. Considerou-se que 10% das empresas em AAE's poderiam deslocalizar-se, que 5% delas poderiam encerrar e integrou-se a dimensão temporal na simulação. Os resultados obtidos com este cenário revelam que as empresas difusas continuam a ser as principais alimentadoras das AAE's. Nas várias simulações realizadas, a percentagem de empresas deslocalizadas que tinha uma origem difusa rondou os 92%. A percentagem máxima de empresas em AAE's suscetíveis de se deslocalizar para outros espaços empresariais (10%) não foi atingida em nenhuma das

diversas simulações realizadas com este cenário. Isso ficará a dever-se ao maior número de empresas difusas concorrentes. Na Figura 59 apresentando-se os resultados da simulação do cenário 5 ao fim de um período de tempo de 35 *ticks*.

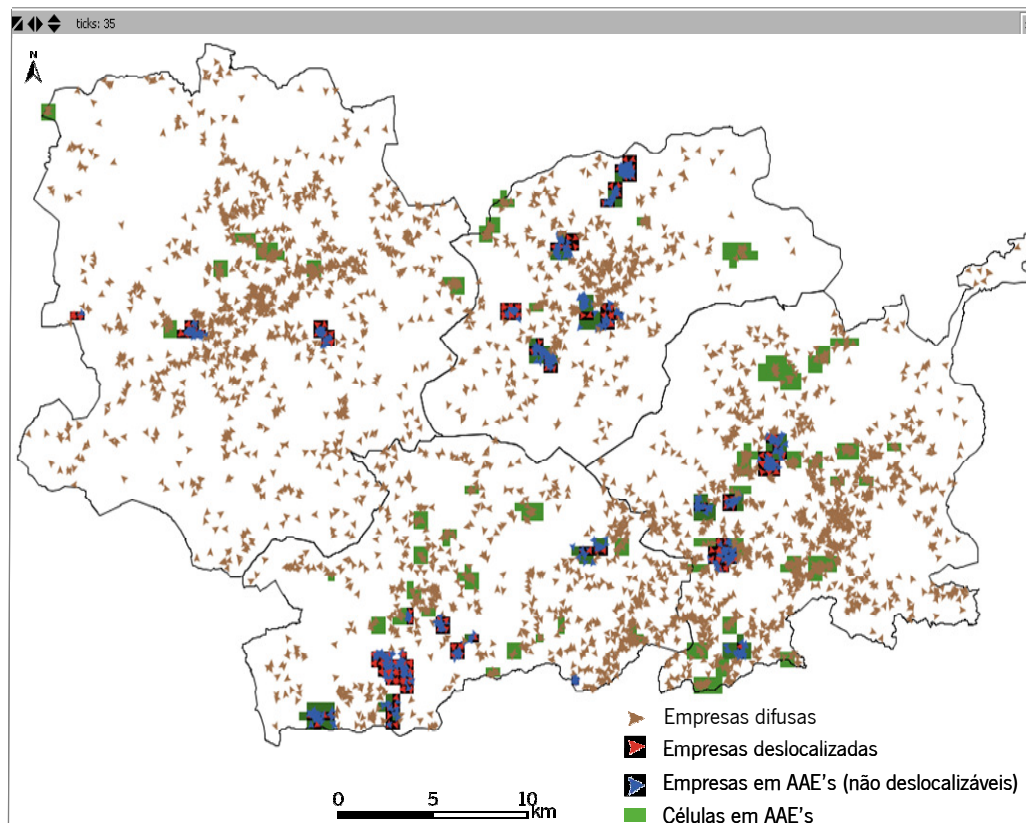


Figura 59: Resultados da simulação da deslocalização das empresas no cenário 5

Nas várias simulações realizadas, foi possível concluir que as AAE's com tendência a perder mais empresas estão localizadas em Guimarães e em Vila Nova de Famalicão, que correspondem, precisamente, aos dois municípios com mais áreas de acolhimento. As AAE's de Braga são aquelas que mostraram maior capacidade de resiliência. Outra tendência verificada é que as AAE's de onde saem mais empresas coincidem com espaços menos qualificados e pouco atrativos, estando frequentes vezes integrados na categoria de ACE's. São disso exemplo, as ACE's de Paço, Bente, Chão da Mata, Mariz, Padim da Graça, Louredo, entre outros. Mas há também diversos loteamentos que aparecem repetidas vezes a perder empresas para outros espaços, nomeadamente quando estão na proximidade de AAE's mais atrativas, como são os casos da Silva, Vila Boa, Lijó, Sande, Sezim, Outeiro, Cal, entre outros.

Para além da dificuldade que revelaram em manter as empresas, verifica-se que esses mesmos espaços não conseguiram substituir as empresas que fecharam. Apenas os espaços atrativos foram capazes de atrair novas empresas. Nos restantes casos, o encerramento criou um lugar vago, que se somou pontualmente ao deixado pelas empresas que se deslocalizaram e aos próprios lotes disponíveis já existentes. Apesar da baixa incidência atribuída a este fenómeno (5%), foi nas AAE's de Guimarães e de Vila Nova de Famalicão que mais lotes/pavilhões ficaram devolutos, pelo facto de ser nestes dois municípios que estão instalados mais espaços que não cumprem os requisitos locativos definidos.

Outro aspeto que é interessante de se analisar relaciona-se com a evolução do número de empresas que conseguiu deslocalizar-se com o decorrer do tempo (Figura 60).

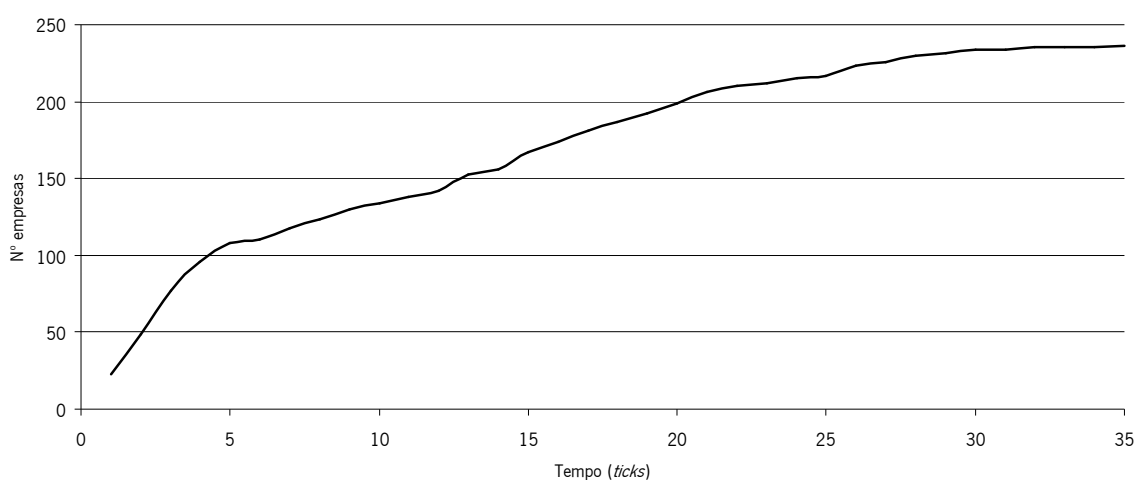


Figura 60: *Plot* da evolução temporal da deslocalização de empresas no cenário 5

Os resultados demonstram que o ritmo de ocupação dos lotes/pavilhões vagos não foi constante, sendo muito rápido nas etapas iniciais e diminuindo de intensidade nos últimos momentos. Isso é válido tanto para a deslocalização das empresas difusas, como para as localizadas em AAE's. Os resultados revelam que nos primeiros 5 *ticks*, mais de 40% das empresas conseguiram deslocalizar-se e que, a meio do tempo definido para a simulação, cerca de 75% das empresas estavam já deslocalizadas. Nos últimos *ticks*, o processo é mais lento, verificando-se que as deslocalizações são originadas pelas vagas geradas pelo efeito de encerramento das empresas (ao limite este processo só terminaria quando já não houvesse mais procura para preencher as vagas criadas e/ou quando já não houvesse mais empresas localizadas nas AAE's para fechar).

Ainda outro aspeto a destacar prende-se com o local de origem das empresas que se deslocalizaram para as AAE's (Figura 61). Em termos gerais, nota-se que houve uma menor proporção de empresas a deslocalizar-se para espaços empresariais de outros municípios. Isso foi particularmente notório nos casos: de Vila Nova de Famalicão, onde se assistiu a uma redução substancial do número de empresas de Barcelos; de Guimarães, onde o número de empresas de Vila Nova de Famalicão também decresceu; e de Braga, onde as empresas do próprio município passaram a prevalecer na ocupação dos lotes/pavilhões livres do município. O aumento do número de empresas deslocalizáveis (de 1145 para 3605) foi o principal motivo que provocou estas alterações.

A análise do local de origem e de destino das empresas em AAE's que se deslocalizaram para outro espaço empresarial reveste-se também de interesse. Neste caso, a situação predominante foi a de as empresas se deslocalizaram para outra AAE do mesmo município, o que até está em linha com o inquérito realizado. Em Guimarães e em Vila Nova de Famalicão, onde este processo foi mais notório, os espaços privilegiados de destino foram os loteamentos de São João da Ponte, Quinta do Lameirinho e de Vilarinho das Cambas/Lousado, que asseguraram mais de 90% das deslocalizações. Em Barcelos, o loteamento da Várzea acolheu metade das empresas oriundas de outras AAE's do município.

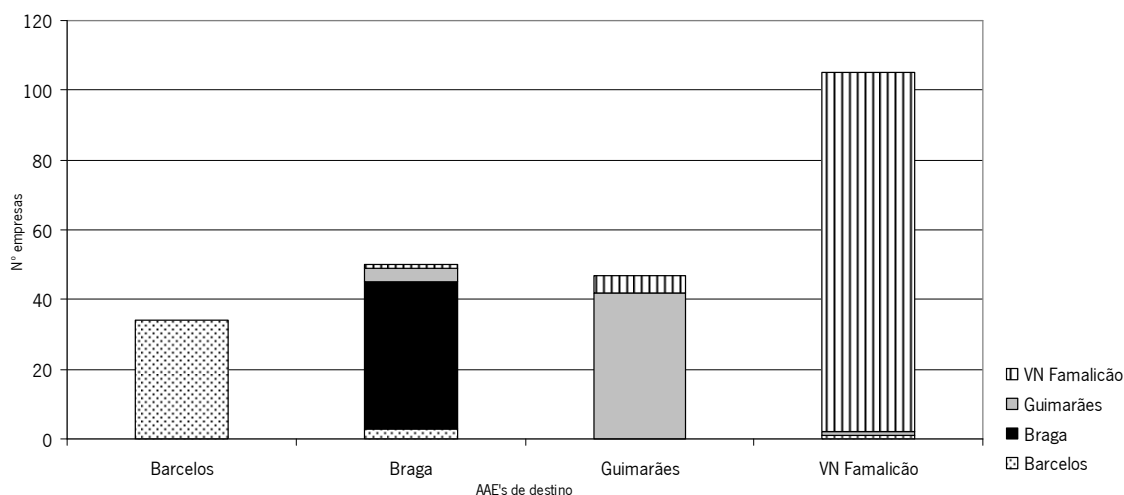


Figura 61: Origem das empresas e AAE's de destino resultantes da simulação do cenário 5

### **11.5.2. Principais ilações obtidas com o cenário 5**

No cenário 5 introduziram-se diversos pressupostos diferentes em relação aos outros cenários. Os resultados permitem corroborar diversas indicações anteriores e dar um contributo mais sólido para algumas conclusões. As principais ilações obtidas são as seguintes:

(i) Em termos gerais, não existem alterações de fundo em relação à distribuição das AAE's atrativas e à taxa de ocupação dos espaços. As mudanças mais significativas registam-se do lado da procura, sendo de notar uma maior percentagem de empresas que se desloca para AAE's do próprio município, em resultado de se ter alargado a procura potencial em todos eles.

(ii) A inclusão das empresas localizadas nas AAE's no processo de simulação seguiu o princípio de que nem todas as empresas estão satisfeitas com as condições oferecidas pelos espaços em que estão instaladas, tal como o inquérito o demonstrou. Esta decisão implica a busca de um espaço que represente um *upgrade* para o empresário. A simulação demonstra que, se não houver uma política de qualificação, diversos espaços menos qualificados poderão assistir a um aumento das taxas de subocupação e a uma degradação das condições oferecidas.

(iii) A inclusão da possibilidade das empresas fecharem de forma aleatória em qualquer AAE (independentemente do seu contexto locativo) vem reforçar a conclusão anterior. Os espaços atrativos conseguem que os lugares deixados vagos sejam ocupados, enquanto que nos restantes esses lugares ficam por preencher, aumentando, por essa via, a taxa de subocupação.

iv) A adoção da variável tempo nesta simulação mostra que a condição dos espaços mais repulsivos poderá deteriorar-se no futuro. Algumas simulações realizadas com períodos de tempo mais longos (superiores a 35 *ticks*) revelaram que os espaços menos atrativos poderão perder a maior parte (ou até a totalidade) das empresas ali instaladas, por via da sua deslocalização e do seu encerramento.

v) Estas conclusões são sombrias para o futuro de muitas AAE's do Quadrilátero se nada for feito. Há, inclusive, diversos exemplos de espaços com apenas uma ou duas empresas instaladas (Gondar, Monte/Gondar, Pocinhos, Segures, Bente, etc.), que poderão estar a um passo desta realidade. No entanto, as reduzidas exigências locativas de muitas empresas difusas serão suficientes para que estas AAE's se mantenham ativas, embora os impactos positivos que decorrem da atividade destas empresas, normalmente, não extravasem a escala local.

vi) Este cenário reforça, de uma forma mais vincada, a necessidade dos municípios adotarem uma política integrada de qualificação e de *upgrade* das AAE's, de forma a mantê-las minimamente atrativas e a assegurar a sua função territorial. Caso contrário, muitas destas

AAE's poderão acabar por não fazer sentido, nem do ponto de vista territorial, nem ambiental, nem económico, sendo necessário repensar o futuro uso do solo vinculado a estes espaços.

vii) Estes resultados demonstram, assim, que as políticas de promoção de AAE's dispersas e pouco qualificadas não são sustentáveis, na medida em que estes espaços não têm condições para assegurar a manutenção das empresas ao longo do tempo.

### 11.6. Verificação das hipóteses e síntese dos resultados obtidos com os cenários

Os cenários foram construídos para simular o impacto que diferentes políticas municipais poderão ter na capacidade das AAE's atraírem empresas, mas também para testar um conjunto de hipóteses sobre a eficácia dessas políticas na resolução de alguns problemas identificados. Em particular, procurou-se aferir se a coordenação das políticas à escala supramunicipal e se a qualificação dos espaços empresariais os tornariam mais atrativos para as empresas. Em cada um dos cenários foram considerados pressupostos diferentes, apresentando-se no Quadro 17 uma síntese dos principais resultados obtidos.

Quadro 17: Principais resultados obtidos com os cenários simulados

| Indicadores                           | Cenário 1 | Cenário 2 | Cenário 3 | Cenário 4  |            | Cenário 5 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|
|                                       |           |           |           | Cenário 4a | Cenário 4b |           |
| Empresas deslocalizáveis (Nº)         | 258       | 258       | 1145      | 1145       | 1145       | 3605      |
| Empresas deslocalizadas (%)           | 98%       | 72%       | 46%       | 61%        | 80%        | 8%        |
| Lotes/Pavilhões selecionados (Nº)     | 235       | 186*      | 526*      | 694**      | 917**      | 277*      |
| AAE's atrativas (Nº)                  | 24        | 18        | 50        | 33         | 30         | 25        |
| Município com maior oferta preenchida | Famalicão | Famalicão | Famalicão | Famalicão  | Barcelos   | Famalicão |
| Município com menor oferta preenchida | Guimarães | Braga     | Braga     | Guimarães  | Guimarães  | Guimarães |

\* inclui lotes/pavilhões fictícios \*\* inclui lotes/pavilhões fictícios e os lotes previstos

Nos cenários que não incluem a oferta prevista, a estratégia mais eficaz é a do cenário 3, pois é aquela que faz com que um maior número de AAE's seja atrativa e é a que origina a deslocalização de um maior número de empresas. Nos restantes cenários, a estratégia mais eficaz é, pelas mesmas razões, a do cenário 4b. Em ambos os casos, a simulação baseia-se no pressuposto de que haverá uma política coordenada de qualificação de todos os espaços empresariais existentes (cenário 3) e das ações previstas (cenário 4b). Estes resultados indicam, assim, que a adoção de uma política integrada de qualificação das AAE's do Quadrilátero é



indispensável para melhorar o seu desempenho locativo. A comparação dos cenários 1 e 3 e dos cenários 4a e 4b revelam que a adoção de uma política coordenada de qualificação provoca uma melhoria significativa da utilidade dos espaços empresariais (de 123% no primeiro caso e de 32% no segundo). A menor eficácia foi obtida no cenário 2. A estratégia de qualificação seletiva dos espaços com maiores volumes de negócios não gera os efeitos desejados. Beneficia pontualmente alguns espaços mais atrativos mas, por comparação, torna menos aliciante a localização nos restantes espaços não beneficiados. Além disso, a oferta é limitada em diversos desses espaços e alguns deles, mesmo com essa intervenção, não se tornam atrativos.

Nos cenários relativos às estratégias previstas, merece destaque a elevada percentagem de empresas que opta por se deslocalizar para os espaços previstos, que atinge os 79% no caso dessa oferta ser qualificada. Apesar da eficácia da estratégia, o seu alcance poderá ser pernicioso, pois levará a um aumento muito substancial da oferta já existente (+30%) e poderá contribuir para que diversos espaços já instalados se tornem menos competitivos, com todas as consequências que daí possam resultar (aumento da subocupação e da degradação). Esta questão está muito relacionada com o grau de satisfação das empresas em relação ao local onde estão instaladas. No cenário 5, onde se integram na simulação as empresas localizadas nas AAE's, os resultados demonstram que os espaços menos atrativos tornam-se ainda mais repulsivos com o passar do tempo, pois não só não conseguem atrair novas empresas, como não têm argumentos para manter as que lá se encontram instaladas. Ou seja, estes espaços perderão utilidade, fenómeno que se poderá agravar com o aumento da oferta de solo industrial que, previsivelmente, terá melhores índices de qualificação. A única forma de reverter este desfecho passa pela adoção de uma política de planeamento integrada para as AAE's, onde se defina o papel, os objetivos pretendidos para cada espaço e o quadro de intervenções necessárias para os atingir. Mas, como os cenários 2 e 3 demonstram, mesmo com ações de qualificação, alguns espaços dificilmente serão competitivos à escala do Quadrilátero, devido a um deficiente planeamento e a más opções de localização. Estes espaços poderão, assim, estar mais remetidos a uma posição de retaguarda, com objetivos de apoio ao desenvolvimento local.

A verificação das diversas hipóteses levantadas vêm confirmar que os resultados obtidos com as diversas políticas não têm um impacto direto e transversal em todos os espaços empresariais do Quadrilátero. Contudo, há um conjunto de ideias chave que se podem associar a cada uma das hipóteses levantadas, como se detalha de seguida.

**a) Hipótese 1: A coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento da atratividade de todas as AAE's**

Com exceção do caso do cenário 2, os restantes cenários simulados demonstram que a coordenação das políticas entre os quatro municípios produz resultados mais profícuos em termos do reforço da capacidade atrativa das AAE's e do número de empresas instaladas. Como já se referiu, a inclusão da oferta e da procura existente na região envolvente permitiria uma análise comparativa mais interessante, onde se confrontava diretamente um território coordenado com um conjunto de municípios concorrentes. Mesmo com a procura potencial reduzida ao nível interno, os cenários 3 e 4b demonstram que as políticas coordenadas são mais eficazes do que o verificado no cenário 1 (e 5). No caso das AAE's existentes, a comparação dos resultados obtidos com o cenário 1 e 3 revela que o número de áreas atrativas mais que duplicou, que o número de empresas que se deslocalizou foi mais do dobro e que houve uma diminuição de 291 lotes não ocupados. Em relação às AAE's previstas, a comparação dos cenários 4a e 4b mostra que a estratégia mais eficiente é a de disponibilizar AAE's qualificadas. A promoção de espaços qualificados traduz-se num aumento do número de empresas deslocalizadas (de 694 para 917) e numa diminuição do número de lotes vagos (-223).

Todavia, não se confirma que a coordenação seja efetiva para tornar todos os espaços atrativos, mesmo num cenário de qualificação generalizado. Isso prende-se com os níveis extremamente baixos ou até com a completa ausência de infraestruturas e de serviços em diversos espaços o que, aliado a uma incorreta localização, faz com que alguns deles mantenham uma posição secundarizada no seio da oferta do Quadrilátero. Esta é uma realidade que afeta AAE's dos quatro municípios, sobretudo as de localização mais periférica, com menor acessibilidade e dimensão (casos das AAE's de Fragoso, Tibães, Sobreposta, Sete Fontes, Santa Maria de Souto, Boavista, Bente, Mogege, etc.).

**b) Hipótese 2: A coordenação supramunicipal das políticas conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE's nos municípios**

Os resultados obtidos com a simulação dos cenários 2, 3 e 4b não confirmam esta hipótese, porque cada um deles provoca um impacto diferenciado nos níveis de acolhimento de cada município. Tal facto está relacionado com a natureza da política em si, mas também com as diferentes condições de acolhimento verificadas à escala de cada município e ao desempenho individual de cada AAE. A qualificação foi o tipo de política/intervenção simulada, embora com

diferentes níveis de abrangência: as AAE's com maior volume de negócios (cenário 2), todas as AAE's (cenário 3) e apenas nas AAE's previstas (4b). Às diferentes condições simuladas, os espaços empresariais reagiram de forma diferente. A política associada ao cenário 2 revelou-se muito menos eficiente do que a do cenário 3 e 4b. Em Braga, a qualificação seletiva (cenário 2) afetou bastante o desempenho dos restantes espaços não intervencionados, que deixaram de reunir condições de acolhimento satisfatórias. O número de empresas que se deslocalizaram para os espaços de Guimarães no cenário 3 (235) foi superior ao verificado no cenário 4b (199). A verificação desta hipótese sugere que, sendo a coordenação das políticas globalmente satisfatória para o Quadrilátero no seu todo, que será necessário, à escala de cada município, gizar estratégias individuais que evitem a perda de competitividade de alguns espaços. Assim, a par de uma definição das grandes linhas de intervenção à escala supramunicipal, deverá haver um ajustamento dessas estratégias às necessidades individuais de cada espaço.

**c) Hipótese 3: A coordenação supramunicipal das políticas gera uma diminuição da dispersão das empresas de igual forma nos quatro municípios**

Os resultados obtidos não corroboram na totalidade esta hipótese. O número de empresas dispersas pelo território diminui em função da eficácia de cada estratégia adotada. Nesse sentido, foi nos cenários 3 e 4 que o fenómeno da dispersão territorial das empresas mais foi mitigado. Porém, essa diminuição não se fez de forma idêntica nos quatro municípios. A principal causa resulta do facto do número de empresas deslocalizáveis ser muito desigual de município para município (Quadro 18), o que reflete a diversidade de condições locativas existentes no Quadrilátero.

Quadro 18: Número de empresas deslocalizáveis e percentagem de empresas não deslocalizadas

| Cenários   | Barcelos        |                    | Braga           |                    | Guimarães       |                    | Vila Nova de Famalicão |                    |
|------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|            | Deslocalizáveis | Não Deslocalizadas | Deslocalizáveis | Não Deslocalizadas | Deslocalizáveis | Não Deslocalizadas | Deslocalizáveis        | Não Deslocalizadas |
| Cenário 1  | 137             | 8%                 | 2               | 0%                 | 66              | 18%                | 53                     | 0%                 |
| Cenário 2  | 137             | 29%                | 2               | 0%                 | 66              | 49%                | 53                     | 0%                 |
| Cenário 3  | 464             | 78%                | 22              | 0%                 | 310             | 31%                | 349                    | 46%                |
| Cenário 4a | 464             | 42%                | 22              | 0%                 | 310             | 65%                | 349                    | 16%                |
| Cenário 4b | 464             | 26%                | 22              | 0%                 | 310             | 31%                | 349                    | 3%                 |
| Cenário 5* | 1087            | 4%                 | 226             | 19%                | 1375            | 3%                 | 917                    | 12%                |

\* Resultados obtidos ao fim de 35 *ticks*

As variáveis que mais contribuíram para os resultados obtidos foram: a existência de oferta disponível elegível, o número de empresas deslocalizáveis e a sua distância (afastamento) em relação às AAE's. A conjugação de todas estas variáveis levou a que o maior número de empresas dispersas que não conseguiu deslocalizar-se fosse de Barcelos e de Guimarães. Porém, foi também nestes dois municípios que se assistiu à maior redução relativa de empresas dispersas em má situação locativa: em Barcelos, no cenário 3, 78% dessas empresas deslocalizaram-se; em Guimarães, no cenário 4a, 65% conseguiram fazê-lo também. A dispersão das empresas no Quadrilátero está muito enraizada e segue o padrão dominante da urbanização difusa. O pressuposto da deslocalização destas empresas não é tanto o de elas interferirem com outros usos, mas sim o de lhes proporcionar condições mais favoráveis para a sua atividade.

#### **d) Hipótese 4: As políticas de qualificação das AAE's provocam um aumento da taxa de ocupação de todas as AAE's**

Os resultados obtidos confirmam parcialmente esta hipótese. A qualificação das AAE's é uma política que melhora o desempenho locativo dos espaços empresariais, mas não de todos e a sua eficácia depende do tipo de qualificação em causa. Os resultados obtidos com o cenário 2 revelam mesmo que esta medida pode ter um alcance contraproducente, pois não terá grandes benefícios para a oferta dominante do território. Uma qualificação seletiva será importante na ótica da consolidação dos espaços mais atrativos do Quadrilátero. Porém, se excluirmos da análise os cenários que não contemplam o aumento da oferta prevista pelos municípios, é com o cenário 3 (qualificação geral das AAE's) que se atinge a mais alta taxa de ocupação dos lotes/pavilhões vagos e que mais empresas se deslocalizam. Este é, portanto, o tipo de intervenção que produz melhores resultados. Mas mesmo com uma ação desta natureza, concluiu-se que há 29 espaços que não se revelaram atrativos para as empresas. A maior parte deles corresponde a espaços de localização periférica, com problemas evidentes ao nível das acessibilidades e das valências de apoio. Encontram-se nos quatro municípios, mas com uma maior prevalência em Guimarães. A conclusão é a de que estes espaços, para se tornarem atrativos à escala supramunicipal, terão que sofrer um investimento mais robusto, que permita superar as maiores debilidades que apresentam. Em alguns casos isto não se afigura fácil, devido à má localização e ao distanciamento às principais infraestruturas de transportes. Estes espaços poderão, assim, estar mais remetidos para o desenvolvimento de economias à escala local ou inframunicipal. Como se realçou, nos cenários 2, 3 e 4b, os custos associados à

qualificação e a dificuldade em articular os múltiplos atores que estão ligados a uma ação destas não foram tidos em conta no processo de simulação. Porém, estes aspetos são críticos e podem comprometer a viabilidade de tal estratégia, quer pela incapacidade financeira para realizar um investimento desta natureza, quer pela dificuldade em identificar e mobilizar as entidades com essa responsabilidade.

**e) Hipótese 5: As políticas de promoção de espaços empresariais desqualificados e dispersos são ineficazes na atração de empresas**

Esta hipótese pode ser verificada com recurso ao desempenho das AAE's atuais e das estratégias previstas. Os espaços atuais que não se revelaram atrativos para a fixação de empresas são pouco qualificados, com má acessibilidade e com localização periférica. Dos espaços que não foram escolhidos pelas empresas em nenhum dos cenários, 55% deles integram-se na tipologia de ACE's, o que uma vez mais vem confirmar que estes espaços são menos acolhedores do que os loteamentos. Uma análise mais fina revela que as causas para o caráter repulsivo destes espaços são variadas, mas integram: (i) uma deficiente cobertura ao nível de infraestruturas/amenidades (Lijó, Sete Fontes, Antemil, etc.); (ii) maus índices de acessibilidade (Boavista, Linhares, etc.); (iii) uma localização periférica associada à fraca acessibilidade (Fragoso, Santa Maria de Souto, etc.); (iv) e situações em que todos estes problemas surgem combinados (Sobreposta, Chão da Mata, etc.). No caso das AAE's previstas, o principal motivo dos espaços não terem sido selecionados nos cenários 4a e 4b relaciona-se, precisamente, com a fraca acessibilidade dos locais. Deste modo, pode concluir-se que a promoção de espaços pouco qualificados e com reduzida acessibilidade não se revela uma política eficiente, pelo que o modelo confirmou plenamente esta hipótese. Na verdade, muitos dos espaços empresariais do Quadrilátero foram promovidos de uma forma discricionária, não tendo havido o cuidado de perceber se os locais ofereciam condições para a atividade das empresas, nem contabilizando os custos que o *upgrade* dessas localizações implicava.

Em suma, a sustentabilidade das políticas de planeamento das AAE's entronca em várias dimensões e depara-se com vários desafios que, sendo difíceis de superar à escala de um município, o são muito mais ao nível de quatro municípios. A verificação das hipóteses enunciadas confirma que, as políticas para serem sustentáveis, necessitam de ser devidamente planeadas e ponderadas. Os resultados demonstram que o planeamento destes espaços não foi

feito a pensar numa articulação supramunicipal, nem numa estruturação em rede. Mesmo ao nível municipal, diversas opções de planeamento são questionáveis e estão longe de atingir os objetivos subjacentes à criação destes espaços. Apesar de haver traços comuns entre os quatro municípios, há também diversas especificidades, que impõem a adoção de medidas individualizadas. Por isso, o reforço da competitividade das AAE's do Quadrilátero pressupõe um planeamento e uma estruturação em rede, numa dosagem equilibrada entre os interesses municipais e os supramunicipais. A dimensão supramunicipal constituirá um fórum de debate horizontal entre os quatro municípios, no qual se definirão as estratégias e as ações determinantes para a competitividade e para a integração das AAE's, nomeadamente das que têm maior potencial à escala regional. Depois, à escala municipal, será necessário transpor e aplicar essas estratégias, ajustando-as à realidade da oferta e definindo ações concretas que permitam potenciar os espaços e promover a sua integração à escala supramunicipal.

Com base nos resultados obtidos, no Subcapítulo seguinte apresenta-se uma proposta de articulação territorial para os espaços empresariais do Quadrilátero. Porém, a realidade do território e a experiência obtida com outros casos idênticos (Adrave, 2008) exigem que se reconheça que a implementação de uma estrutura destas é complexa, pois está dependente de um conjunto de fatores de natureza política, financeira, económica e institucional, que podem comprometer a sua plena efetivação.

### **11.7. Modelo de articulação territorial das AAE's do Quadrilátero**

Os resultados obtidos com os cenários revelam que há um conjunto de AAE's que são bastante mais atrativas do que outras. Foi possível concluir que, independentemente das condições simuladas, há espaços que se mostraram acolhedores para as empresas em todos os cenários. Por isso, julga-se ser pertinente terminar esta análise com a apresentação de uma proposta de articulação territorial para as AAE's do Quadrilátero. Há duas razões fundamentais que suportam a pertinência desta abordagem. A primeira delas é a própria natureza do projeto do Quadrilátero Urbano, que se pretende consolidar como um território em rede. Como se referiu no Subcapítulo 6.1, o acolhimento empresarial é uma das agendas temáticas deste projeto, ao abrigo da qual se prevê uma reorganização territorial, uma qualificação e a adoção de um modelo supramunicipal de gestão das AAE's. A segunda razão prende-se com o enfoque dado pelas políticas públicas para o acolhimento empresarial à questão da integração em rede das AAE's e à necessidade das

iniciativas coletivas se sobrepõem às individuais (Subcapítulo 2.7). Assim, verifica-se que há um contexto interno e externo que torna pertinente a realização desta proposta de articulação.

O modelo definido baseia-se numa estrutura reticular e hierarquizada, que foi definida com base no grau de atratividade dos espaços empresariais, da proximidade territorial e das ligações rodoviárias existentes entre eles (Figura 62). A proposta de articulação baseia-se em três categorias de AAE's:

**i) AAE's de nível regional:** correspondem aos espaços mais atrativos do Quadrilátero, tendo sido escolhidos pelas empresas nos vários cenários simulados. Correspondem à oferta mais qualificada, aos espaços que oferecem melhores condições, que têm áreas de expansão disponíveis e bons índices de acessibilidade. É a oferta que está melhor posicionada para concorrer com outras AAE's à escala regional e nacional.

**ii) AAE's de nível supramunicipal:** são espaços com menores condições para competirem à escala regional pela captação de empresas, mas que se revelam atrativos à escala subregional (do Quadrilátero e dos municípios vizinhos). Nesta categoria enquadram-se as AAE's que se revelaram acolhedoras, em regra, em mais do que dois dos cenários simulados.

**iii) AAE's de nível municipal:** correspondem aos espaços menos atrativos, com menores índices de qualificação, pior acessibilidade e, por norma, menor dimensão. O seu interesse centrar-se-á, fundamentalmente, no apoio ao desenvolvimento das economias locais.

O princípio subjacente à rede proposta é o de que uma intervenção integrada nos espaços poderá trazer vantagens numa perspetiva vertical e horizontal. Uma intervenção integrada nas AAE's de nível regional poderá aumentar não só a atratividade destes espaços em relação ao exterior, como estimular o desenvolvimento das AAE's que estão dispostas em seu redor. Admite-se que os espaços de nível supramunicipal possam beneficiar com o maior dinamismo dos primeiros, podendo funcionar como plataformas de apoio a empresas que tenham relações mais estreitas com as instaladas nas AAE's principais. Em casos pontuais, algumas destas AAE's mais atrativas poderão mesmo funcionar como opções alternativas à oferta regional. Os espaços de âmbito municipal, nomeadamente os localizados nos interstícios das AAE's de nível superior, poderão conhecer um maior dinamismo, por via da inserção de empresas de menores dimensões nas redes de especialização geradas. Do ponto de vista horizontal admite-se que esta estrutura em rede pode aprofundar a integração relacional entre as empresas e as AAE's do Quadrilátero que, como se referiu no Subcapítulo 9.5, estão pouco desenvolvidas. O reforço

desta articulação seria importante para muitas empresas ao nível da rentabilização das economias de escala, do alargamento e da não sobreposição dos mercados, do estabelecimento de relações de complementaridade, etc.

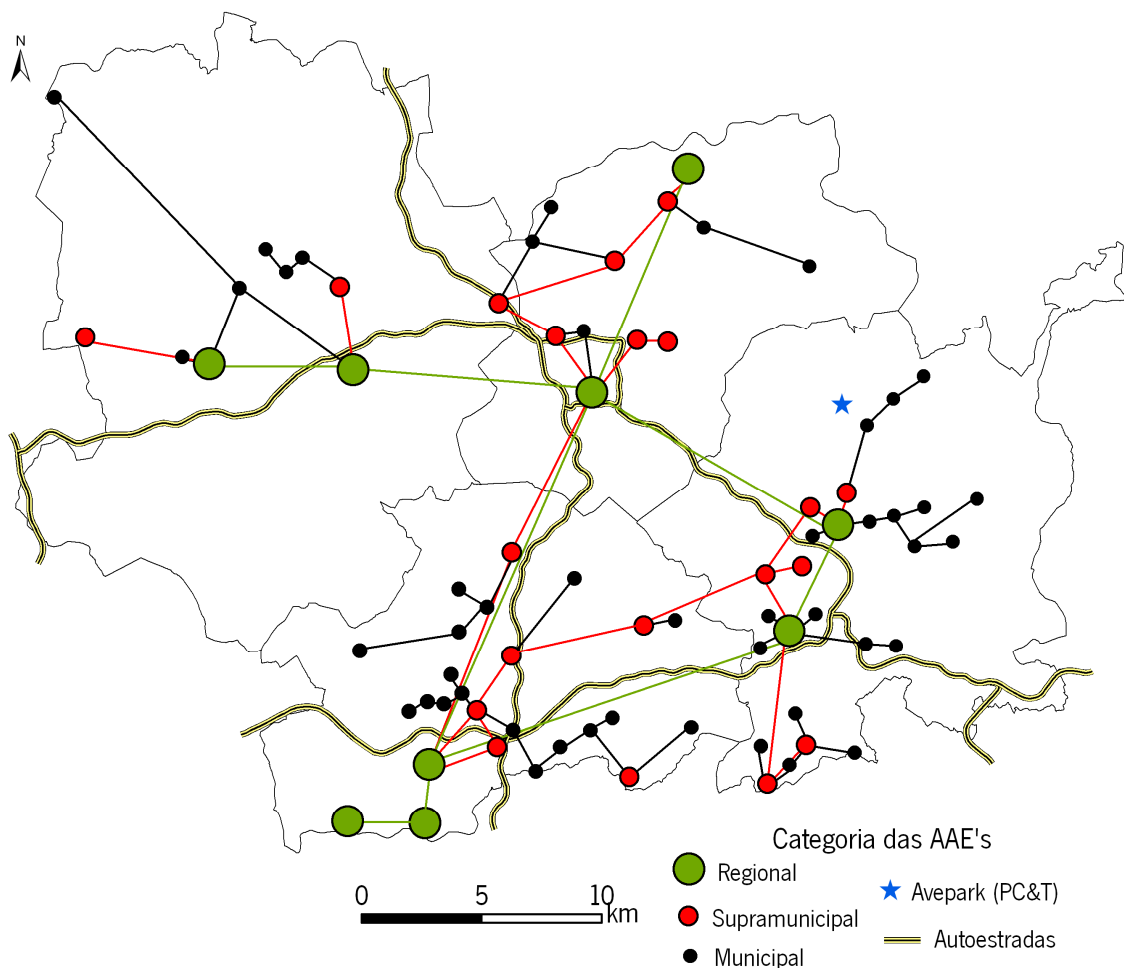


Figura 62: Modelo territorial de articulação em rede das AAE's do Quadrilátero

A adoção deste modelo reticular, dada a diversidade de condições de acolhimento existentes no território, implicará a implementação de um conjunto de ações globais e de intervenções locais para cada uma das categorias de AAE's, conforme se detalha de seguida.

Do ponto de vista territorial, o Quadrilátero dispõe de condições infraestruturais e logísticas que permitem a articulação das AAE's em rede. Contudo falta, sobretudo, a componente de articulação institucional, sendo precisamente a este nível que se devem colocar as intervenções globais, das quais muito depende a capacidade do Quadrilátero projetar a sua oferta no exterior. A articulação institucional pode colocar-se a várias dimensões, ao nível das empresas, dos *stakeholders* e da gestão. O inquérito aos empresários demonstrou que as redes



interempresas estão pouco desenvolvidas, facto que poderá estar relacionado com a ausência de um modelo de relacionamento territorial das AAE's. Por outro lado, no estudo é referido que existem diversos *stakeholders* com capacidades e recursos para intensificar esse *networking* (agências de desenvolvimento, associações empresariais, centros tecnológicos, etc.). O que falta verdadeiramente é uma estrutura de gestão comum dos espaços empresariais do Quadrilátero, não tanto numa lógica de implementação de um modelo condominial (praticamente impossível devido à heterogeneidade, às características das empresas e à multiplicidade de atores), mas sim numa perspetiva de um novo modelo de governança. Esta estrutura funcionaria como o *front office* do acolhimento empresarial do Quadrilátero, à qual estariam incumbidas funções tão diversas como: a manutenção de um sistema atualizado de informações sobre os espaços empresariais; desenvolver ações de promoção da oferta existente; fomentar a coordenação entre as diversas entidades municipais e regionais com vista à dinamização dos espaços empresariais; apoiar a criação de estruturas associativas; prestar serviços de apoio aos empresários e aos investidores; participar nas políticas direcionadas para as AAE's; representar o Quadrilátero no exterior, etc. Sem uma estrutura destas será mais difícil a coordenação das políticas municipais e o estabelecimento de uma rede que seja capaz de tornar os espaços empresariais mais atrativos à escala regional.

Para além desta ação global, de carácter transversal a todas as AAE's, há um conjunto de intervenções ao nível municipal que serão importantes para melhorar o desempenho competitivo de alguns espaços e a própria estruturação da rede. As intervenções, que se detalham de seguida, foram definidas com base na informação recolhida com o trabalho de campo, que permitiu detetar diversos aspetos que podem ser melhorados.

#### **a) Ações nas AAE's de nível regional**

A rede regional é constituída por nove AAE's: Adaúfe, Celeirós, Mabor/Lousado, Quinta do Lameirinho, Ribeirão/Sam, São João da Ponte, Várzea, Vilarinho das Cambas/Lousado e Vila Frescaíinha de São Pedro. São os espaços com melhores condições de acolhimento à escala do Quadrilátero e em cada um dos municípios. Têm os melhores índices de qualificação e de acessibilidade, estando localizados junto aos eixos estruturantes de ligação Norte/Sul e Este/Oeste. Por essa razão, são os espaços com as melhores ligações rodoviárias e facilidades de acesso às infraestruturas logísticas regionais. Para além das boas ligações existentes, estão localizados a curta distância uns dos outros, o que favorece os fluxos relacionais. São das AAE's

com maior área global de implantação, estando previsto para quase todos eles a ampliação da área oferecida, o que permitirá responder a um eventual aumento da procura no futuro.

Contudo, há alguns aspetos que poderão melhorar a integração em rede e a performance locativa de alguns destes espaços, como são os casos de:

- Adaúfe: na categoria regional, é o espaço que denota acessibilidades mais deficientes, quer pelo maior afastamento em relação a um nó de autoestrada, quer pelo estado e pelas características das vias de acesso ao parque. Neste caso, a beneficiação do acesso rodoviário à EN 101 será importante para superar uma das principais fragilidades deste espaço.
- São João da Ponte: a proximidade à A11 e a dimensão da AAE justificavam que fosse construído um nó de acesso e uma ligação deste espaço à autoestrada.
- Mabor/Lousado: apresenta um problema idêntico ao anterior. O volume e as características do tráfego gerado pela AAE, nomeadamente, pela Continental/Mabor, justificavam uma beneficiação das vias de acesso à EN14 e um acesso direto à A3.
- Ribeirão/Sam: apresenta problemas ao nível da cobertura de infraestruturas em alguns setores mais recentes da AAE, facto que não é admissível para um espaço destes.
- Vila Frescainha de São Pedro: é a AAE com a posição mais debilitada nesta categoria, mas beneficia de uma boa acessibilidade. O principal problema neste caso prende-se com a fragmentação de vários loteamentos pelo perímetro do espaço, o que é agravado pela topografia do local. A expansão prevista para o local e as políticas futuras deverão privilegiar a uniformização do espaço e sua qualificação, colmatando algumas debilidades ali existentes.

#### **b) Ações nas AAE's de nível supramunicipal**

Neste grupo encontra-se um conjunto mais diversificado de situações. Dos 20 espaços que integram esta categoria, a maioria dispõe-se em redor das áreas de nível regional (Monte da Carreira, Sande, Pintancinhos, Lomar/Ferreiros, Antas/Esmeriz, Esmeriz/Cabeçudos, etc.). Em regra, correspondem a AAE's de menores dimensões e com menores índices de qualificação, mas algumas delas revelaram-se bastante atrativas. Devido à pluralidade de situações encontradas, as intervenções a operar e o papel a desempenhar por cada uma estão dependentes do seu contexto locativo, distinguindo-se três situações-tipo:

- AAE's de estruturação: estão localizadas maioritariamente em redor dos espaços de categoria regional, sendo espaços relativamente atrativos, que beneficiam da maior parte das

infraestruturas e dos serviços de proximidade que servem as AAE's de nível superior. São os casos, por exemplo, dos loteamentos de Monte da Carreira, Sande, Brito (Park e Ponte Nova), Pintancinhos, Lomar/Ferreiros, Antas/Esmeriz, Esmeriz/Cabeçudos, etc. Estes espaços podem posicionar-se como uma oferta complementar à das áreas regionais, beneficiando diretamente do maior dinamismo empresarial que estas possam conhecer. Dada a maior proximidade, alguns destes espaços surgem quase como prolongamentos das áreas de âmbito regional o que, devido à escala de análise, permite falar na existência de agrupamentos ou de *clusters* de espaços empresariais. O caso mais evidente é o de Adaúfe/Pintancinhos, mas também se aplica ao agrupamento de São João da Ponte/Monte da Carreira/Sande/Brito Park/Brito Ponte Nova. Estas AAE's em articulação com as de nível regional definem, assim, zonas estruturadas e muito competitivas para a instalação das empresas. Nesse sentido, a prioridade para estas áreas deverá estar no reforço das condições de articulação horizontal (espaços da mesma categoria) e vertical (com as AAE's regionais), assim como na colmatação de algumas carências infraestruturais apresentadas (casos das AAE's de Brito Park e de Esmeriz/Cabeçudos).

- AAE's de interligação: correspondem a AAE's localizadas em espaços de intermediação, que estão localizadas em territórios de menor densidade empresarial. Funcionam como nós de polarização do desenvolvimento económico e empresarial em áreas mais afastadas das AAE's da rede regional. Por norma, são espaços com condições minimamente satisfatórias para os requisitos do tecido empresarial local e subregional, mas falta uma cobertura avançada de valências e uma dimensão crítica que lhes permita a sua afirmação à escala regional. As AAE's de Pousa, Tamel São Veríssimo, Jesufrei, Frossos/Feital e Pousada de Saramagos constituem exemplos de espaços que se enquadram nesta categoria. A consolidação destes espaços como elos de ligação entre a oferta de nível regional deve ser a ação prioritária, sendo de destacar várias ações diferenciadas. Assim, em alguns casos impõem-se uma melhoria das acessibilidades (loteamentos de Tamel São Veríssimo, Pousa); noutros casos será mais importante o reforço da cobertura e da qualidade das infraestruturas e amenidades que servem estes espaços (Jesufrei, Frossos/Feital).

- AAE's de indução: é uma categoria minoritária nas AAE's de âmbito supramunicipal (AAE's de Perelhal, Mide, Devesa/Cruzeiro e Carreira). São espaços de localização periférica no contexto do Quadrilátero, mas que revelam razoáveis condições de acolhimento, ao contrário do que

sucedem com a maior parte dos espaços que têm este tipo de localização. São, portanto, espaços com particular potencial para induzir a atração de empresas provenientes de outros municípios vizinhos. As AAE's inseridas nesta tipologia apresentam uma realidade diversa, que deverá ser articulada com algumas das medidas previstas. No caso do loteamento de Perelhal, a principal mais-valia do espaço reside na sua boa acessibilidade, estando atualmente formatado para empresas de pequena dimensão. A ampliação prevista deverá ser feita a pensar na disponibilização de uma oferta que permita tirar partido da localização junto aos eixos Barcelos/Esposende/Viana do Castelo. No caso de Mide este problema não se coloca e a qualificação do espaço poderá ser importante para reforçar o seu posicionamento num território de elevada densidade industrial (Sul de Guimarães/Santo Tirso). O mesmo se aplica ao caso da AAE da Devesa/Cruzeiro. Em relação ao loteamento da Carreira seria importante uma intervenção ao nível da melhoria das condições de acesso ao loteamento, sendo esta a sua principal debilidade.

### **c) Ações nas AAE's de nível local**

As AAE's de nível local correspondem à oferta dominante do Quadrilátero, representando cerca de 60% das AAE's instaladas. Esta constatação demonstra claramente que o enfoque das políticas municipais tem sido o de disponibilizar uma oferta que, pelas suas características em termos de localização, da dimensão e das valências de apoio, se direciona fundamentalmente para a procura municipal/local. À semelhança do caso anterior, também nas AAE's de nível local existe uma grande pluralidade de situações, onde se inclui a presença de espaços que se revelaram atrativos em diversos cenários mas que, por causa da falta de dimensão crítica, foram excluídos das categorias anteriores (caso concreto do loteamento da Lagoa). Do ponto de vista territorial, as AAE's desta categoria integram-se, fundamentalmente, em três tipologias:

- AAE's de localização urbana: correspondem a uma situação com maior implantação nos municípios de Vila Nova de Famalicão e de Guimarães, onde se encontram diversos loteamentos de pequenas dimensões no interior dos perímetros das cidades ou nas respetivas áreas adjacentes (AAE's de Vila Nova de Famalicão, Cal, Outeiro, Peneda, Monte de São Pedro, Monte Largo, etc.). Tratam-se de espaços que conhecem diferentes tipos de dinâmicas e que estão vocacionados para acolher indústrias de pequena dimensão. Dada a especificidade da localização, as ações deverão ser no sentido de melhorar as condições de integração destas

AAE's com os usos envolventes, nomeadamente, evitando conflitos e melhorando alguns aspetos concretos, como o acesso e o estacionamento de veículos.

- AAE's de localização intermédia: nesta categoria incluem-se os espaços localizados em áreas de menor densidade urbana e empresarial (Mouquim, Mouquim/Gavião, Lijó, Sezim, Pardelhas, etc.). Tratam-se de espaços em diferentes graus de consolidação territorial e funcional, que se caracterizam por terem níveis de acessibilidade e de qualificação inferiores aos da tipologia anterior e que, por via da sua localização, têm uma menor articulação com os restantes espaços. Estão instalados em áreas de transição, onde o efeito da polaridade urbana e das áreas de maior densidade industrial se vai diluindo. A qualificação é a ação prioritária para estas áreas, pois permitirá que as condições globalmente satisfatórias dos pavilhões sejam correspondidas pelas infraestruturas de apoio. Pontualmente, existem casos em que se justifica uma intervenção ao nível da melhoria das condições de acesso (caso da AAE de Lijó).

- AAE's de localização periférica: é a categoria que encerra os espaços menos atrativos, aqueles que têm piores níveis de acessibilidade e de qualificação. Por via da localização periférica, são os espaços que têm maiores dificuldades em serem integrados na rede e aqueles que têm um papel menos relevante na sua dinamização. Na maior parte dos casos, são espaços que não foram escolhidos pelas empresas em nenhum dos cenários simulados, como são disso exemplo as AAE's de Fragoso, Sobreposta, Tibães, Santa Maria de Souto, Linhares, Quinta de Alagoa e Fragas, Chão da Mata, Bente, etc. A reversão dos erros de planeamento associados à localização definida para estes espaços é uma tarefa complexa, uma vez que as condições estruturais apresentadas por estes espaços são muito limitadoras. Ainda assim, para garantir que apresentam condições mínimas para a atividade das empresas, seria importante dotá-los de infraestruturas básicas, que faltam em muitos deles, e assegurar melhores condições de acesso (Chão da Mata, Padim da Graça, Sobreposta). Estas ações serão importantes não só para melhorar o seu desempenho locativo, criando polaridades em zonas mais deprimidas, como para reforçar a coesão territorial e para melhorar a sua integração com os restantes espaços empresariais. Desta forma será possível atenuar a desarticulação territorial e funcional evidenciada por estes espaços.

Em suma, a criação de uma rede supramunicipal de AAE's e o conjunto de ações definidas será importante para permitir uma exploração mais rentável dos recursos comuns e para criar um volume de procura que justifique a introdução de um modelo de gestão comum dos espaços empresariais do Quadrilátero. Sem criar uma solução institucional destas, a implementação de uma rede poderá não passar de um conjunto de intenções manifestadas por algumas entidades, com reduzido alcance prático. Como se referiu, pela envergadura das mudanças institucionais e pelo número de atores envolvidos, a adoção de um modelo destes é, provavelmente, o maior desafio com que o Quadrilátero se depara. Mas não é inédito, como o comprova a atuação de algumas entidades que fazem a gestão de parques empresariais noutras regiões, como a CEVAL e a Parque Invest. A CEVAL (Confederação Empresarial do Alto Minho), por exemplo, tem sob a sua alçada a gestão de uma rede de 21 parques empresariais à escala supramunicipal. A criação desta entidade e os bons resultados obtidos com a gestão dos espaços poderá ser uma fonte de inspiração para o Quadrilátero seguir o mesmo exemplo.

### **11.8. Os resultados obtidos com o modelo em síntese**

Com o modelo apresentado procurou-se testar o desempenho locativo das AAE's do Quadrilátero, considerando um conjunto de pressupostos relacionados com o tipo de intervenção e com o nível de coordenação das políticas. Estipulou-se que as políticas municipais condicionavam as características da oferta, que a procura era de origem interna e que se orientava por requisitos mínimos em função de diversos parâmetros. Admitiu-se que as regras definidas simplificam o complexo processo de tomada de decisão que está associado à deslocalização de uma empresa. Em alguns parâmetros essa simplificação resultou da dificuldade em obter dados desagregados e rigorosos sobre determinadas variáveis, como sucedeu com o caso do preço do solo.

Por outro lado, o enfoque do modelo centrou-se mais nas condições da oferta do que nas características da procura, pois o seu objetivo foi o de analisar a forma como a atratividade das AAE's condiciona a instalação de empresas e a forma como os espaços empresariais podiam ser integrados numa estrutura em rede. Porém, do lado da procura, houve a preocupação de atribuir alguma racionalidade ao processo, considerando-se que seriam deslocalizáveis as empresas de menor dimensão e todas aquelas que, tendo uma localização difusa, tinham uma pior condição locativa. A este nível, a simplificação do processo coloca-se na

assunção de que estas empresas (e apenas estas) eram deslocalizáveis e na não inclusão de uma procura de origem externa ao Quadrilátero. No primeiro caso, esse problema foi em parte superado, pois no cenário 5, as empresas localizadas em AAE's foram também envolvidas na simulação; já em relação à não inclusão da procura externa, considera-se que essa é uma limitação que resulta da própria escala do caso de estudo, pois a inserção das empresas de uma região mais vasta (NUT's III ou II) era inconciliável com o período de tempo alocado a esta investigação, atendendo à forma como as empresas foram integradas no modelo (localização georreferenciada).

Com o modelo construído foram simulados cinco cenários onde se testou a atratividade das AAE's em contextos muito diversos. A cada um dos cenários foram associadas diferentes ações a implementar com desiguais níveis de coordenação. Fundamentalmente, o modelo procurou demonstrar se a coordenação das políticas entre os quatro municípios teria impactos positivos na melhoria das condições locativas dos espaços empresariais e na mitigação de algumas das suas debilidades. Assim, a criação dos cenários teve por base um conjunto de hipóteses sobre as políticas de acolhimento empresarial, tendo os resultados validado (parcial ou totalmente) algumas delas e invalidado outras.

Os resultados mostram que uma intervenção coordenada dos municípios melhora o desempenho locativo dos espaços e que esses resultados são tanto mais positivos quanto maior for o número de AAE's requalificadas. No entanto, verifica-se que muitos espaços, mesmo depois de requalificados, são comparativamente menos atrativos do que outros, devido à sua deficiente condição locativa. Nestes casos, o investimento na melhoria das condições oferecidas poderá não ser suficiente para compensar os erros de planeamento associados à sua localização. Portanto, uma intervenção integrada não contribui para melhorar o desempenho de todos os espaços de uma forma transversal, nem contribui para aumentar a taxa de ocupação dos lotes/pavilhões de todas as AAE's. Os diversos cenários analisados mostram que cada um deles desencadeia diferentes impactos à escala municipal e local. Isso deve-se aos desiguais níveis de atratividade oferecidos por cada espaço e por cada município no seu conjunto. O cenário 2 revelou que uma qualificação centrada nas AAE's que geram maiores volumes de negócios provoca uma queda no desempenho dos restantes espaços, sobretudo em Braga. Uma intervenção de qualificação generalizada (cenário 3) melhora a performance das AAE's de todos os municípios, mas tem um menor impacto em Guimarães, onde os espaços empresariais estão mais fragmentados e têm um pior índice de acessibilidade. As AAE's de Vila Nova de Famalicão

e de Braga são aquelas que registam o melhor desempenho nos diversos cenários analisados, pelo facto de disporem de uma melhor cobertura em termos de infraestruturas e de amenidades e por terem melhor acessibilidade. O modelo demonstrou claramente que a promoção de espaços pouco qualificados e de localização periférica é uma política ineficaz, pois estes espaços não se revelaram acolhedores para as empresas. Isso aplica-se tanto às AAE's já existentes, como às estratégias previstas. Neste último caso, o cenário 4b revela que a maior parte das ações previstas será eficaz se os espaços forem devidamente qualificados. Contudo, este cenário mostra também que o aumento substancial da oferta poderá ter um efeito nefasto sobre os espaços já existentes, pois se estes não forem igualmente requalificados, a sua competitividade regride, o que poderá levar ao seu declínio no médio prazo. Portanto, o impacto destas estratégias deverá ser devidamente ponderado pelos municípios, preferivelmente à escala supramunicipal, por forma a evitar que os mesmos erros que já foram cometidos no passado, continuem a ser praticados no futuro, nomeadamente ao nível do aumento substancial de oferta desqualificada, que não traz vantagens à oferta já existente, nem ao território.

Com base nos resultados obtidos com os cenários foi proposta uma rede de AAE's à escala supramunicipal. Considerou-se que esta rede é baseada em AAE's com três níveis de abrangência: regional (integrada pelos espaços mais competitivos do Quadrilátero), supramunicipal (espaços com desempenho intermédio, que poderão concorrer com outras AAE's à escala sub-regional) e municipal (espaços com menores argumentos locativos, cujo raio de influência dificilmente superará a escala do município). A rede baseia-se num conjunto de articulações verticais e horizontais, tendo sido propostas algumas ações que serão importantes para reforçar a sua articulação e integração territorial e institucional. Esta proposta constitui uma primeira abordagem para um exercício que deverá ser debatido e aprofundado no seio do Quadrilátero e que não dispensa a constituição de um novo modelo de gestão supramunicipal das AAE's. Sem isso, todo o trabalho desenvolvido pelo Quadrilátero poderá ter sido inócuo.



## **12. Conclusões e desenvolvimentos futuros**

Neste último Capítulo apresenta-se uma smula das principais ideias-chave que foram obtidas com a investigao realizada, colocando a ênfase no caso de estudo, bem como no interesse e nas limitaes do modelo desenvolvido. Apresentam-se ainda algumas linhas de orientao futura, que poderão contribuir para superar algumas das debilidades percecionadas e para abrir novos horizontes nesta área de investigao.

Os fatores de competitividade e de sustentabilidade oferecidos pelos territórios determinam, em grande medida, o nível competitivo das atividades econmicas, a captao de investimentos e a promoo do empreendedorismo e da inovao. Nesta perspetiva, verifica-se que existe uma interdependência muito estreita entre o território e as atividades econmicas nele instaladas: um território competitivo e sustentável gera condies e contribui para a instalao de atividades competitivas e sustentáveis; um território repulsivo tem tendência para atrair atividades de menor valor e capacidade concorrencial. No quadro atual, caracterizado pela internacionalizao das atividades econmicas e pela concorrência  escala global, o acesso a serviços e tecnologias evoluídas e as condies oferecidas às empresas condicionam os processos produtivos e a própria capacidade competitiva das empresas. Por isso, o planeamento das AAE's é um aspeto crítico, de que resulta uma maior ou menor competitividade dos territórios e das empresas. Este tema não é novo, como o comprovam os vários modelos e teorias sobre a localizao e sobre a deslocalizao de empresas. O próprio conceito de AAE, tal como se referiu no Capítulo 2, tem mais de 100 anos de existência, o que confirma que as preocupaes com o acolhimento empresarial não são recentes.

Em Portugal, as políticas de planeamento destes espaços s surgiram na segunda metade do século XX, tendo-se assistido a um forte aumento da oferta ao longo das últimas três décadas, nomeadamente na tipologia de parques industriais.  inquestionável que a disponibilizao destes espaços se enquadrou num esforço dos municípios ordenarem o território de uma forma mais eficiente e sustentável e de estimularem o desenvolvimento económico e social. Porém, muitas das opes revelaram-se insustentáveis e ineficazes para fazer face às exigências com que o tecido empresarial atualmente se confronta. Os principais erros cometidos prendem-se com o enfoque colocado na quantidade em detrimento da qualificao dos espaços, na dispersão territorial dos mesmos e na ausência de fórmulas de gestão eficientes. Por esse motivo, muitas das AAE's disponibilizadas acabam por não cumprir de uma forma efetiva nenhum dos crterios que estiveram subjacentes à sua criao em termos

de ordenamento do território, do reforço da competitividade territorial e empresarial e da proteção do ambiente. O reconhecimento destes problemas levou a que as políticas nacionais e regionais passassem a privilegiar um novo paradigma para o acolhimento empresarial. A qualificação dos espaços, a maior articulação com os centros de investigação e de tecnologia, o aprofundamento de redes geradoras de sinergias e de maior massa crítica e a adoção de modelos de gestão comum dos espaços passaram a ser os postulados das novas políticas para as AAE's em Portugal. Na senda deste novo paradigma surgiram conceitos inovadores, como a noção de rede de AAE's e de acolhimento condominial dos espaços.

Um dos aspetos que pode contribuir para um adequado planeamento dos espaços empresariais consiste na utilização de ferramentas de análise espacial adequadas. O recurso à modelação baseada em agentes apresenta um conjunto diversificado de vantagens face a outras ferramentas frequentemente utilizadas pelos planeadores do território, como os SIG. Em particular, porque os agentes permitem representar o comportamento dos diversos atores em sistemas complexos, seguindo uma abordagem *bottom up* e de uma forma mais dinâmica do ponto de vista espacial e temporal. A aplicação destas técnicas ao planeamento do território permitiu o surgimento dos MBA's, que se distinguem das gerações de modelos anteriores pelo recurso a dados individualmente desagregados, entre os quais existem relacionamentos, que se processam em territórios dinâmicos e em condição de desequilíbrio. A utilização dos MBA's no planeamento do território é muito flexível e polivalente, abrangendo fenómenos que vão desde a segregação espacial nas cidades até às questões relacionadas com a localização de áreas residenciais e de atividades económicas. No caso concreto das empresas, a pesquisa bibliográfica demonstrou que a aplicação dos MBA's se divide por quatro temas principais. Dois deles são de natureza não locativa e compreendem os modelos implementados ao nível individual das empresas (melhoria dos sistemas produtivos, da gestão da empresa, etc.) e os modelos que simulam os relacionamentos entre as empresas, nomeadamente em territórios de elevada densidade empresarial. O estudo da forma como os processos de inovação e de aprendizagem são assimilados pelas empresas, a análise da forma como se processam as relações de competição e de cooperação entre as empresas são algumas das dimensões analisadas neste tópico. Os outros dois temas têm uma componente locativa e compreendem o ciclo de vida das empresas e as questões de localização propriamente ditas. Nesta última categoria existem MBA's mais abrangentes do uso do solo e dos transportes, onde as empresas são tratadas como um agente de entre um conjunto mais vasto de agentes, onde se pode incluir

a população residente, atores políticos, promotores imobiliários, etc. Neste caso, a localização empresarial constitui um dos módulos dos modelos que visam analisar a dinâmica de fenómenos mais vastos, como a evolução das áreas urbanas (ILUTE), o seu impacto ao nível dos transportes (ILUMASS, ILUTE), as decisões de localização destes agentes (PUMA) ou ainda o ciclo de vida das empresas (SIMFIRMS, IMULATE, etc.). Nestes modelos, as empresas surgem como agentes, pelas implicações que têm no padrão de distribuição da população e das funções urbanas, bem como na geração de viagens e de tráfego. E depois há os modelos locativos que integram as empresas como única tipologia de agentes que é modelada. Nesta categoria verifica-se que existe um número mais restrito de aplicações, o que se justifica pela dificuldade em obter e em manter dados atualizados sobre a localização das empresas, dada a volatilidade associada ao seu ciclo de vida e à facilidade de deslocalização. Neste contexto, sublinha-se o facto de não ter sido encontrado na literatura nenhum MBA que utilize as empresas como agentes que vão aferir o nível de atratividade das AAE's, o que confere um carácter inovador à investigação.

Na sequência deste enquadramento teórico, procedeu-se à sua aplicação ao caso do Quadrilátero Urbano. O objetivo foi o de desenvolver um MBA para testar o impacto que diferentes políticas poderiam ter na capacidade de acolhimento das AAE's à escala supramunicipal. Este objetivo revelou-se ambicioso pela dimensão das variáveis envolvidas: quatro municípios, 4722 empresas da indústria transformadora dispersas por 270 freguesias, 79 AAE's distribuídas por uma área de 1000 km<sup>2</sup>. A tarefa tornou-se ainda mais exigente por se ter optado por construir um modelo espacialmente explícito e que tivesse articulação com o ArcGIS da Esri, onde toda a informação de base geográfica foi processada. A este nível foram sentidas amplas dificuldades, porque a informação solicitada aos municípios estava em formatos diferentes, apresentava lacunas ou simplesmente era inexistente para determinados temas. Isso obrigou a um esforço de compatibilização dos dados, de correção das anomalias e à necessidade de se visitarem as 79 AAE's para obter a informação em falta.

Na etapa inicial de compilação de dados que iriam alimentar o modelo, uma das principais lacunas identificadas foi o desconhecimento por parte dos municípios das infraestruturas e de amenidades existentes em diversas AAE's. Esta constatação é, desde logo, esclarecedora de que estas entidades não só não gerem estes espaços, como não estão, aparentemente, em condições de fazê-lo sem que haja uma rutura na sua forma de atuação. A ausência parcial ou total de informações sobre as características das AAE's levou à necessidade de se visitar os 79 espaços identificados. As visitas às AAE's foram muito profícuas para o

trabalho, porque não só permitiram compilar a informação em falta e corrigir alguns dados previamente fornecidos, como para aprofundar o conhecimento em relação às condições em que se processa o acolhimento empresarial no Quadrilátero. Igualmente muito úteis foram as conversas mantidas com os empresários, pois para além das respostas aos inquéritos, permitiram recolher um conjunto de opiniões críticas sobre a forma como se processa o acolhimento empresarial no território. Apesar do tempo despendido e de algumas dificuldades sentidas com o trabalho de campo, a verdade exige que se reconheça que foi uma etapa fundamental em abono do rigor da análise, da melhoria do conhecimento em que se processa o acolhimento empresarial e da objetividade dos dados inseridos no modelo. O inquérito aos empresários foi particularmente útil para se aferir o seu grau de satisfação em relação às condições oferecidas pelas AAE's e o seu comportamento locativo passado e intenções futuras. Além disso, a informação obtida com o inquérito aos empresários foi utilizada na parametrização do modelo e na definição das regras de deslocalização das empresas.

Numa segunda etapa, a georreferenciação das empresas foi também uma tarefa exigente, não só pelo número de empresas envolvidas (4722), mas porque foram detetadas inúmeras irregularidades na base de dados solicitada ao INE (INE, 2011). Os erros relacionavam-se com a localização das empresas, o que obrigou a uma verificação individualizada da morada da maior parte dos registos da base de dados.

Uma vez concluído o processo de compilação e tratamento de toda a informação geográfica, passou-se à construção do modelo. Optou-se por recorrer à plataforma NetLogo por permitir trabalhar com informação proveniente do ArcGIS e por ter uma ampla base de documentação sobre as funcionalidades e a programação dos comandos. Definiu-se que os agentes seriam as empresas e que as AAE's eram representadas pelas *patches* (células do ambiente de simulação), às quais foram atribuídas um conjunto de atributos, que definem o nível de atratividade de cada espaço. As políticas associadas a cada cenário foram conseguidas através de alterações aos valores desses atributos, o que permitiu simular uma maior ou menor qualificação das intervenções e a forma mais ou menos coordenada como essas políticas eram implementadas pelos quatro municípios.

A este nível, a visão mais abrangente que se tem após a conclusão do modelo e do estudo permite que se façam algumas reflexões críticas, que poderão ser ponderadas em estudos futuros.

A atratividade de cada espaço empresarial foi definida em função da cobertura por infraestruturas e serviços identificados no terreno e pela distância em relação a várias infraestruturas de transportes, de que resultou a atribuição de uma percentagem a cada espaço. A listagem de serviços e de infraestruturas levantada corresponde aos indicadores que são normalmente utilizados nos diversos estudos encontrados na bibliografia sobre o acolhimento empresarial. A este nível, o trabalho foi objetivo e sustentado. No cálculo da atratividade, considerou-se ainda que todas as infraestruturas e os serviços tinham o mesmo peso. Neste ponto admite-se que podem ser exploradas outras possibilidades, como a atribuição de uma pontuação diferenciada consoante o carácter mais básico ou mais avançado das infraestruturas ou das amenidades porque, em boa verdade, a existência de fibra ótica ou de gás natural não é comparável à existência de ecopontos ou de bocas-de-incêndio, pelos custos de instalação e pela componente tecnológica associada. E porque atrai empresas com necessidades diferentes. À partida, a adoção de uma abordagem destas levaria a um agravamento das assimetrias no nível de atratividade dos espaços empresariais, mas desconhece-se o impacto que isso teria no número e na distribuição das AAE's atrativas. No caso da acessibilidade, admite-se que a utilização de pesos iguais para as cinco infraestruturas de transportes é discutível, pois a proximidade a uma estrada nacional ou a um nó da autoestrada será mais relevante para as AAE's do Quadrilátero do que a proximidade ao porto de mar ou ao aeroporto, que surgem mais num contexto regional, com um impacto mais suavizado em todas as AAE's. Também se considera que a referência utilizada na definição dos critérios de proximidade (Ramos e Mendes, 2001) estará algo ultrapassada, devido à rede de autoestradas que foi construída no Quadrilátero ao longo da última década, embora a rede de acesso se tenha mantido. De qualquer dos modos, admite-se que os critérios de distância em relação aos nós de uma autoestrada poderão ser alvo de uma revisão/revalidação. Admite-se que uma nova recolha da opinião dos atores instalados no território sobre as distâncias consideradas excelentes, aceitáveis ou péssimas em relação a essas infraestruturas seria interessante para atualizar os valores.

As empresas foram utilizadas como os agentes que iriam testar o nível de acolhimento das AAE's, deslocalizando-se para os espaços mais atrativos e não o fazendo para os menos atrativos, mesmo que estes tivessem lotes/pavilhões vazios. No processo de deslocalização das empresas para as AAE's procurou-se introduzir alguma racionalidade, atendendo às características do tecido empresarial e às conclusões do inquérito aos empresários. Assim, considerou-se que para testar o nível de atratividade dos espaços empresariais se utilizariam

preferencialmente as empresas difusas. Esta opção inspirou-se diretamente nos resultados dos inquéritos, que demonstraram que a maior parte das empresas tinha uma localização difusa antes de se terem deslocalizado para as AAE's. Depois utilizaram-se critérios objetivos para definir quais das empresas difusas seriam deslocalizáveis, baseados na dimensão e no seu contexto locativo. Admitiu-se que apenas as pequenas e as microempresas em má ou muito má situação locativa em termos de acessibilidade e de cobertura por amenidades e infraestruturas seriam deslocalizáveis, sendo que a mudança de local representaria um acréscimo de competitividade para estas empresas. Reconhece-se que esta é uma abordagem muito genérica e redutora, pois muitas destas empresas não estarão interessadas em deslocalizar-se para uma AAE, ainda que isso gerasse um ambiente mais favorável para a sua atividade; assim como algumas das empresas excluídas deste grupo estarão interessadas em mudar-se. Porém, o reduzido número de atributos da base de dados obtida (INE, 2011) condicionou o processo de seleção das empresas deslocalizáveis, mas julga-se que os critérios utilizados foram os mais pertinentes e coerentes face à informação disponibilizada.

No cenário 5 (simulação dinâmica com todas as empresas), considerou-se que as empresas localizadas em AAE's ficariam sujeitas a uma taxa de encerramento. A inclusão do surgimento de novas empresas no modelo seria também interessante. No estudo realizado, não se ficou com uma noção clara de qual é a dimensão da criação (e do encerramento) das empresas no Quadrilátero ao longo dos últimos anos. As deslocações efetuadas às AAE's e os inquéritos mostraram que a criação e o encerramento de indústrias não é um fenómeno tão volátil como em outros setores empresariais, mas que, ainda assim, têm alguma expressão no Quadrilátero. Portanto, a determinação da exata dimensão deste fenómeno será importante em estudos futuros, para se conferir um maior rigor e dinamismo à modelação.

Apesar do modelo estar mais focalizado nas condições da oferta do que nas características da procura, há alguns aspetos que poderão ser alvo de incrementos em estudos futuros. Seria interessante, por exemplo, inquirir os empresários em localização difusa para se compreender a sua satisfação em relação ao local e para se aferir o contexto em que se deslocalizariam para uma AAE. A recolha do veredicto destes empresários seria interessante para validar se os critérios de seleção utilizados foram os mais adequados e para complementar a informação obtida com os inquéritos aos empresários instalados em AAE's. No modelo assumiu-se ainda que a procura era exclusivamente oriunda do Quadrilátero, tendo sido esta uma limitação imposta pelo próprio caso de estudo definido para a investigação. No entanto,

reconhece-se que a inclusão na simulação de uma procura de origem externa teria diversas vantagens. Desde logo, daria uma maior coerência ao modelo, pois nem todas as empresas instaladas nas AAE's são oriundas do Quadrilátero (embora o inquérito demonstre que a maioria o é). O principal benefício seria, porém, o de dar uma perspetiva mais abrangente, à escala regional, dos efeitos das políticas de acolhimento empresarial implementadas no Quadrilátero. Ou seja, permitiria identificar de uma forma mais evidente as vantagens competitivas decorrentes da implementação coordenada de determinadas políticas no Quadrilátero, assumindo que a região envolvente não adotava políticas idênticas. Dessa forma seria possível equacionar outras hipóteses de simulação e analisar o impacto da coordenação das políticas para os espaços empresariais à escala regional. No entanto, uma modelação desta natureza implicava integrar não só a procura externa, como também a oferta, o que seria uma tarefa técnica e humanamente inconciliável com os prazos e com a natureza individual da investigação.

A idealização da forma como os dois principais elementos do modelo (as AAE's e as empresas) foram representadas inspirou-se em diversas abordagens referidas no enquadramento teórico e nas próprias funcionalidades do NetLogo. Como esta plataforma providencia um ambiente dividido em *patches* (células), optou-se por utilizar estas entidades para representar as AAE's. Assim, utilizaram-se as *patches* para representar os espaços empresariais (entidades territoriais inamovíveis), sobre as quais se deslocam os agentes (as empresas). Além disso, na revisão bibliográfica referiu-se que vários modelos recorrem a esta abordagem, utilizando as células do ambiente de trabalho para representar e guardar informações sobre diversas entidades territoriais (edifícios, lotes, etc.), com as quais interagem os agentes. São disso exemplo os modelos de Ligtenberg et al. (2001), Otter et al. (2001), Torrens (2001), Macy e Willer (2002) e de Ettema et al. (2005).

A este nível foram encontradas algumas dificuldades, que suscitam a possibilidade de se recorrer a outras abordagens no futuro. Como o número de lotes é muito variável de AAE para AAE, não foi possível fazer corresponder cada lote a cada *patch* do modelo, pelo que a solução encontrada foi a de cada *patch* representar um número variável de lotes vagos. Uma alternativa a explorar em futuros trabalhos será a de representar os lotes vagos por uma segunda categoria de agentes, fazendo corresponder cada lote a um agente. Esta solução permitirá uma interação mais dinâmica e fina entre as duas classes de agentes e reduzir o tempo da simulação, porque o sistema deixa de reanalisar os lotes vagos existentes em cada iteração que executa.

O estudo desenvolvido permitiu ainda confirmar que uma das principais dificuldades da modelação baseada em agentes é a obtenção de dados com elevada desagregação espacial. Foi um problema que se sentiu tanto ao nível das empresas, onde não havia qualquer informação georreferenciada, como ao nível dos espaços empresariais, onde foi necessário efetuar deslocações ao terreno, para recolher as informações em falta. Neste último caso, as AAE's foram tratadas como entidades individuais no seu todo, porém há alguns elementos que não são extensivos à totalidade dos lotes/pavilhões de cada AAE. Por exemplo, certas infraestruturas (redes de abastecimento de água, redes de saneamento, etc.) não cobrem a totalidade de algumas AAE's. Depois, há o caso do preço do solo, que é a variável que mais oscila ao nível individual de cada espaço. O ideal seria dispor de uma base de dados individualizada à escala de cada lote/pavilhão, com informações sobre o seu nível de serviço, empresas instaladas e custo do solo. Um levantamento deste tipo, atendendo ao seu grau de dificuldade e ao tempo que implicaria, seria incomportável de realizar durante este estudo. No entanto, não é de descartar que, em trabalhos futuros, a modelação seja feita tendo por referência o nível de atratividade à escala do lote/pavilhão e não da AAE, pois permitiria uma interação mais robusta e desagregada entre a empresa e o seu local de instalação. Por outro lado, considera-se que a existência atualizada de uma base de dados desta natureza é absolutamente fundamental para se fazer uma gestão adequada dos espaços empresariais. A concretizarem-se as medidas previstas no âmbito do Quadrilátero Urbano, o acesso a esta informação e a consequente construção de um modelo com informação mais desagregada será futuramente mais fácil.

Nas condições estipuladas foram realizados cinco cenários, onde se simulou o impacto de diferentes políticas na atratividade das AAE's. Dentro das limitações impostas pelos dados disponíveis e pela escala do caso de estudo, os cenários foram construídos com um espectro que permitisse englobar: (i) diferentes níveis de coordenação de políticas; (ii) os impactos de vários tipos de ações; (iii) a situação atual e as estratégias previstas; (iv) e as diferentes potencialidades de simulação proporcionada pela plataforma. Com os resultados procurou-se ainda validar um conjunto de hipóteses sobre o acolhimento empresarial.

A simulação dos resultados obtidos com os diferentes cenários demonstram que a coordenação das políticas é mais eficiente no desempenho locativo das AAE's do que se os municípios prosseguirem com políticas individuais. Com exceção do cenário 2, tanto no caso das AAE's existentes, como no caso das previstas, a coordenação das políticas salda-se por um maior número de espaços atrativos (neste caso o cenário 4b também é exceção), por um menor



número de lotes vagos e por um maior número de empresas deslocalizadas (+291 no caso das AAE's existentes e +223 no caso das previstas). Estes benefícios são extensivos a todos os municípios, sobretudo naqueles onde o índice de acessibilidade é mais favorável. Os resultados comprovam que uma ação coordenada tem um impacto positivo na atratividade das AAE's do território no seu conjunto. Apesar disso, os resultados apenas permitem validar parcialmente a hipótese 1, ou seja, a coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento do desempenho locativo das AAE's, mas não de todas elas. Os resultados não validaram a hipótese 2, pois a coordenação das políticas não conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE's dos quatro municípios, pois os municípios têm AAE's com condições locativas muito desiguais. Por outro lado, os resultados também não validaram totalmente a hipótese 3. A coordenação contribui para aumentar a eficácia das políticas e, por essa via, para diminuir a dispersão das empresas pelo território. Todavia, essa diminuição não é proporcional a todos os municípios, o que se deve à grande diversidade de condições locativas em que as empresas difusas se encontram, sendo as mais afetadas as que estão localizadas em Barcelos e em Guimarães. Porém, o elevado número de empresas difusas existentes no território faz com que este fenómeno também seja difícil de mitigar.

Em relação aos tipos de intervenção, os resultados mostram que a qualificação tem um impacto positivo na capacidade das AAE's atraírem empresas. De um modo geral, a política de qualificação reflete-se num aumento do número de espaços atrativos, do número de empresas deslocalizadas e do número de lotes/pavilhões ocupados. No caso das AAE's existentes, a comparação dos resultados obtidos com os cenários 1 e 3 revela que o número de áreas atrativas mais que duplicou, que o número de empresas que se deslocalizou foi mais do dobro e que houve uma diminuição de 291 lotes não ocupados. Em relação às AAE's previstas, a comparação dos cenários 4a e 4b mostra que a estratégia mais eficiente é a de disponibilizar AAE's qualificadas. A promoção de espaços qualificados traduz-se num aumento do número de empresas deslocalizadas (de 694 para 917) e numa diminuição do número de lotes vagos (-223). Estes resultados indicam claramente que as políticas de qualificação melhoram a atratividade das AAE's. Porém, os resultados apenas validaram parcialmente a hipótese 4. As políticas de qualificação provocam um aumento da taxa de ocupação das AAE's, mas não de todas elas. Com efeito, nos cenários 3 e 4b muitos espaços continuaram a não ser atrativos para as empresas mesmo depois de qualificados. Isso está associado a deficiências estruturais relacionadas com a localização dessas AAE's. Além disso, a simulação do cenário 2 revela que

uma qualificação direcionada para os espaços que geram maiores volumes de negócios e que, grosso modo, são os mais atrativos, não acarreta benefícios para as restantes áreas de acolhimento, pelo contrário, torna-as menos apelativas para as empresas.

Os resultados revelam, portanto, que uma política coordenada de qualificação poderá ter impactos diferenciados à escala local, pois nem todas as AAE's se tornam atrativas para as empresas. As simulações demonstram que os espaços com má localização e com baixos níveis de qualificação são repulsivos para as empresas mesmo se forem sujeitos a um *upgrade*. A comparação dos resultados obtidos com os cenários 4a e 4b revela uma diminuição do número de espaços atrativos (-3). Tal facto fica a dever-se à perda de atratividade sofrida por algumas AAE's já existentes que, ao não serem qualificados, se tornam menos competitivas em comparação com os futuros espaços que serão disponibilizados. As simulações sugerem que a nova oferta só fará sentido se for baseada numa política de promoção de espaços qualificados. Porém, os espaços existentes se não forem enquadrados também nessa política de qualificação, poderão tornar-se menos atrativos. O cenário 5 demonstra que os espaços menos atrativos poderão não só não conseguir atrair empresas ao longo do tempo, como poderão perder as que lá se encontram instaladas para outras AAE's mais atrativas. Por outro lado, a simulação do cenário 3 demonstrou que 29 AAE's permanecem repulsivas mesmo depois de requalificadas. Isso prende-se com os níveis extremamente baixos ou até com a completa ausência de infraestruturas e de serviços em diversos espaços o que, aliado a uma incorreta localização leva a que alguns deles mantenham uma posição secundária na oferta existente no território. As AAE's que apresentam condições minimamente satisfatórias tornam-se atrativas com as ações de requalificação; as mais carenciadas revelam-se repulsivas mesmo depois de requalificadas. Os municípios que apresentam AAE's mais dispersas são aqueles onde a eficácia da política é menor, pois associada à dispersão está um pior nível de acessibilidade e uma menor cobertura por infraestruturas e serviços. Esta constatação é reveladora da importância do correto planeamento das AAE's e das dificuldades que a revitalização destes espaços pode acarretar. Deste modo, os resultados obtidos validam a hipótese 5, ou seja, a promoção de AAE's dispersas e desqualificadas é uma política ineficiente na atração de empresas.

No que respeita à distribuição e à preferência locativa das empresas, os resultados mostram que a norma foi a de a oferta ser predominantemente ocupada pela procura originada no próprio município. Nos cenários 1, 2 e 3, nota-se a existência de fluxos importantes de empresas de Barcelos para Vila Nova de Famalicão e Braga, de Guimarães para Braga e entre

Guimarães e Vila Nova de Famalicão. Não foram detetados fluxos entre Barcelos e Guimarães, sendo estes reduzidos entre Braga e Vila Nova de Famalicão. Este processo foi condicionado pela localização da procura e da oferta potencial, mas também pela distância a que uma empresa se poderia deslocalizar para uma AAE (20 km). Por essa razão, muita da procura que não conseguiu deslocalizar-se situa-se em zonas periféricas, nomeadamente de Barcelos e de Guimarães.

Quanto à preferência, os resultados demonstram claramente que há um conjunto de espaços empresariais que se mantêm atrativos nos cinco cenários simulados (Adaúfe, Celeirós, Mabor/Lousado, Quinta do Lameirinho, Ribeirão/Sam, São João da Ponte, Várzea, Vilarinho das Cambas/Lousado e Vila Frescaíña de São Pedro). Que depois há um conjunto de AAE's que podem melhorar o seu desempenho se forem qualificadas. E que existe um considerável número de espaços que não são atrativos, mesmo depois de qualificados. Esta constatação esteve na origem da proposta de articulação em rede, que é constituída por AAE's de nível regional (as mais atrativas), supramunicipal (situação intermédia) e municipal (as menos atrativas).

A rede proposta é constituída por 9 AAE's de nível regional, 20 supramunicipais e por 50 de base municipal/local. A estruturação da rede teve em conta o desempenho locativo dos espaços, bem como outros elementos, como a adequação da dimensão do espaço à respetiva categoria, a proximidade territorial e as ligações existentes entre os espaços. Considerou-se que esta rede teria uma estrutura vertical, hierarquizada em função do seu âmbito territorial, mas também uma estrutura horizontal, baseada em relações de complementaridade e de proximidade. Julga-se que o figurino territorial proposto para a rede responderá de uma forma afirmativa às orientações nacionais e regionais para o acolhimento empresarial e às necessidades do Quadrilátero, enquanto rede urbana para a competitividade e a inovação.

A implementação desta rede supramunicipal e das restantes políticas simuladas dependerá, fundamentalmente, da vontade e da disponibilidade das entidades municipais encetarem um projeto comum de intervenção e de gestão dos espaços empresariais. As AAE's serão no futuro aquilo que os decisores definirem no presente. As políticas levadas a cabo no passado revelam que foram cometidos diversos erros de planeamento: disponibilizou-se muita oferta dispersa, mal dimensionada e pouco qualificada, desintegrada ao nível supramunicipal e sem que tenha havido a preocupação em criar estruturas de gestão, nem à escala do próprio espaço, nem ao nível dos municípios. As políticas municipais são, em grande medida, as principais responsáveis pela situação a que se chegou, mas a ausência de diretrizes

nacionais/regionais também contribuiu para alimentar o processo. As elevadas taxas de subocupação identificadas em alguns espaços, as carências em termos de infraestruturas e amenidades, os projetos que nunca foram totalmente executados e o declínio experienciado por alguns espaços são problemas frequentes. No presente, o Quadrilátero apresenta uma situação que, não sendo inteiramente negativa, está longe de ser a ideal. Em larga medida, verifica-se que a oferta é anacrónica, não responde às necessidades das empresas atuais, baseia-se no pressuposto de que os critérios que fizeram crescer a indústria nesta região, se mantêm no presente. É uma oferta direcionada para uma procura pouco exigente e de base local.

Se o Quadrilátero se quiser afirmar de uma forma mais competitiva no contexto regional e internacional, terá que romper com as políticas levadas a cabo. Para responder aos requisitos de um tecido empresarial moderno e competitivo, terá que ser um território mais inovador do ponto de vista institucional e operacional, que lhe permita diferenciar-se dos territórios concorrentes e afirmar-se como destino de referência para as empresas à escala regional, nacional e internacional. Institucionalmente, o Quadrilátero Urbano é um projeto inovador e com potencial para gizar essa rutura, mas o seu sucesso dependerá da capacidade das entidades municipais materializarem as ações necessárias, o que implicará um aprofundamento da integração e da cooperação intermunicipal. Este é um dos elementos mais críticos e exige um forte espírito de compromisso, sem o qual o processo poderá sair gorado. Os problemas recentemente ocorridos no seio do Quadrilátero, com a ameaça de saída de um dos parceiros do projeto, constituem motivo de apreensão e refletem as dificuldades em gerir as expectativas e os conflitos de interesses latentes nestas estruturas.

Por isso, o futuro do acolhimento empresarial no Quadrilátero está dependente do sucesso deste projeto territorial. O trabalho que agora se termina demonstrou que o Quadrilátero é um território de vocação empresarial e que apresenta enorme potencial para a instalação de empresas. Mas revelou que há um conjunto de debilidades que urge ultrapassar, nomeadamente através de uma intervenção integrada de ordenamento e de qualificação dos espaços empresariais, que beneficiará o potencial do território no seu todo. Resta esperar que as entidades municipais estejam consciencializadas para esta necessidade e que materializem as medidas delineadas. Para o bem dos municípios. E para o bem do território.

## Referências bibliográficas

- Abowd, G., Engelsma, J., Guadagno L., Okon, O. (1996) "Architectural analysis of object request brokers". In *Object Magazine*, 98, pp.44-51.
- Acci, L. (2006) "Modelli di simulazione e complessita' urbana". In *XXVII Conferenza Italiana di Scienze Regionali*, 12-14 ottobre, Pisa.
- Adler, J., Blue, V. (2002) "A cooperative multi-agent transportation management and route guidance system". In *Transportation Research Part C*, N.º10, pp.433-454.
- Adrave – Agência de Desenvolvimento Regional do Vale do Ave (2008) *Ave Compete, qualificar e ordenar para competir*, Adrave, Vila Nova de Famalicão.
- AEP – Associação Empresarial de Portugal (2011) *Informação económica relativa aos sectores empresariais*. Disponível em: <http://www.aeportugal.pt/> (acedido em Setembro 2011).
- Agarwal, P. (2005) "Ontological considerations in GIScience". In *International Journal of Geographic Information Science*, N.º19(5), pp.501–536.
- Ahrweiler, P., Pyka, A., Gilbert, N. (2004) "Simulating knowledge dynamics in innovation networks (SKIN)". In Leombruni e Richiardi (eds.), *Industry and Labour Dynamics: The Agent-Based Computational Economics Approach*, Singapore: World Scientific Press, pp.284-296.
- AIM – Associação Industrial do Minho (2008a) *Estudo estratégico para o ordenamento do território empresarial no Minho*, Associação Industrial do Minho, Braga.
- AIM – Associação Industrial do Minho (2008b) *Manual de boas práticas de gestão ambiental em parques empresariais*, Associação Industrial do Minho, Braga.
- Akiva, M., Cortes, M., Davol, A., Koutsopoulos, H., Toledo, T. (2001) "MITSIMLab: enhancements and applications for urban networks". In *9<sup>th</sup> World Conference on Transportation Research (WCTR)*, 22-27 July, Seoul.
- Akiva, M., Cuneo, D., Hasan, M., Jha, M., Yang, Q. (2003) "Evaluation of freeway control using a microscopic simulation laboratory". In *Transportation Research Part C* 11, N.º29–50.
- Albino, V., Carbonara, N., Giannoccaro, I. (2003) "Coordination mechanisms based on cooperation and competition within Industrial Districts: an agent-based computational approach". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 6, N.º4.
- Albino, V., Carbonara, N., Giannoccaro, I. (2006) "Innovation in industrial districts: an agent-based simulation model". In *International Journal of Production Economics*, N.º104, pp.30-45.
- Almeida, C., Monteiro, A., Câmara, G. (2004) *Modelos de simulação e prognósticos de mudanças de uso do solo urbano: instrumento para o subsídio de acções e políticas públicas urbanas*, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo.
- Altes, W., Tambach, M. (2008) "Municipal strategies for introducing housing on industrial estates as part of compact-city policies in the Netherlands". In *Cities*, 25, pp.218-229.
- Amaral, L. (2012) "Um Portugal inovador na economia mundial". In *Fórum Quadrilátero: cidades do futuro, polo de competitividade territorial*, 18 de Maio, Barcelos.
- Anas, A. (1982) *Residential location markets and urban transportation: economic theory, econometrics and policy analysis with discrete choice models*, Academic Press, Oxford.
- Andersson T., Serger, S., Sörvik, J., Hansson E. (2004) *The cluster policies whitebook*, IKED-International Organisation for Knowledge Economy and Enterprise Development, Malmö.
- Anderstig, C., Mattsson, L. (1991) "An integrated model of residential and employment location in a metropolitan region". In *Papers in Regional Science*, 70, pp.167-184.
- Arentze, T., Timmermans H. (2004) "A learning-based transportation oriented simulation system". In *Transportation Research Part B*, N.º38, pp.613–633.

- Arentze, T., Timmermans, H. (2007) "Multi-agent models of spatial cognition, learning and complex choice behaviour in urban environments". In Portugali, J. (ed.), *Complex Artificial Environments*, Springer Berlin Heidelberg, pp.181-200.
- Arentze, T., Timmermans, H. (2008) "ALBATROSS: overview of the model, application and experiences". In *Innovations in Travel Modeling 2008 Conference*, 22-24 June, Portland.
- Arunachalam, R., Sadeh, N. (2005) "The supply chain trading agent competition". In *Electronic Commerce Research and Applications*, N.º4, pp.66-84.
- Ashri, R., Lucka, M., Inverno, M. (2005) "From SMART to agent systems development". In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, N.º18, pp.129-140.
- Assche, K., Djanibekov, N. (2012) "Spatial planning as policy integration: the need for an evolutionary perspective, lessons from Uzbekistan". In *Land Use Policy*, 29, pp.179-186.
- Auer, K., Norris, T. (2001) "ArrierosAlife, a multi-agent approach simulating the evolution of a social system: modeling the emergence of social networks with Ascape". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 4, N.º1.
- Bade, F. (1983) "Locational behavior and the mobility of firms in West Germany". In *Urban Studies*, 20, pp.279-297.
- Badri, M. (2007) "Dimensions of industrial location factors: review and exploration". In *Journal of Business and Public Affairs*, Vol.1 (2), pp.1-26.
- Ballas, D., Clarke, P., Wiemers, E., (2005) "Building a dynamic spatial microsimulation model for Ireland". In *Population, Space and Place*, N.º11, pp. 157-172.
- Barra, T. (1989) *Integrated Land Use and Transport Modelling*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Barros, J. (2003) "Simulating urban dynamics in Latin American cities". In *Proceedings of the 7th International Conference on Geocomputation*, 8-10 September, Southampton.
- Barros, J. (2004) *Urban growth in Latin American cities: exploring urban dynamics through agent-based simulation*, PhD Thesis, University College London, London.
- Batten, D. (1995) "Network cities: creative urban agglomerations for the 21st century". In *Urban Studies*, Vol.32, N.º2, pp.313-327.
- Batty, M. (2007) "Evaluating Agent-Based Spatial Models". In *NSF/ESRC Agenda Setting Workshop on Agent-Based Modeling of Complex Spatial Systems*, April 14-16, Santa Barbara.
- Batty, M. (2008) "The size, scale, and shape of cities". In *Science*, Vol. 319, N.º 5864, pp.769-771.
- Batty, M. (2009) "Urban modeling". In Kitchin, R. e Thrift, N. (eds.), *International Encyclopedia of Human Geography*, Vol.12, Elsevier, Oxford, pp.51-58.
- Batty, M., Jiang, B. (1999) *Multi-agent simulation: new approaches to exploring space-time dynamics in GIS*, Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), London.
- Bellifemine, F., Caire, G., Greenwood, D. (2007) *Developing multi-agent systems with JADE*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Bellifemine, F., Caire, G., Poggi, A., Rimassa, G. (2008) "JADE: A software framework for developing multi-agent applications, lessons learned". In *Information and Software Technology*, Vol. 50, pp.10–21.
- Bellomo, M., Occelli, S. (2004) "Experimenting a multi-agent model: the SIMAC model". In *Contributo di Ricerca*, N.º184 Istituto Ricerche Economico Sociali del Piemonte, Torino.
- Benenson, I. (1999) "Modeling population dynamics in the city: from a regional to a multi-agent approach". In *Discrete Dynamics in Nature and Society*, Vol.3, pp.149-170.
- Benenson, I., Aronovich, S., Noam, S. (2001) *Obeus: Object-Based Environment for Urban Simulations*, University of Tel Aviv.

- Benenson, I., Aronovich, S., Noam, S. (2005) "Let's talk objects: generic methodology for urban high-resolution simulation". In *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, pp.425-453.
- Benenson, I., Omer, I., Hatna, E. (2002) "Entity-based modeling of urban residential dynamics: the case of Yaffo, Tel Aviv". In *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 29, pp.491-512.
- Benko, G., Lipietz, A. (1994) *As regiões ganhadoras, distritos e redes: os novos paradigmas da geografia económica*, Celta Editora, Oeiras.
- Berger, T., Couclelis, H., Manson, S., Parker, D. (2001) "Agent-based models of land-use and land-cover change: introduction and conceptual overview". In Parker, D. et al. (eds.), *Agent-Based Models of Land-Use and Land-Cover Change*, Report and Review of an International Workshop, Irvine, pp.1-6.
- Bergmann, C., Ilic, M. (2008) *JASON Java-based AgentSpeak interpreter used with saci for multi-agent distribution over the net*. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.100.4873> (acedido em Dezembro de 2009).
- Bertaud, A. (2004) *The spatial organization of cities: deliberate outcome or unforeseen consequence?*, Working Paper 2004-01, Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley.
- Beyard, M. (1988) *Business and industrial park development handbook*, The Urban Land Institute, Washington, D.C.
- Birkin, M. (2005) "Retail and Service Location Planning". In Maguire et al. (eds.), *GIS, Spatial Analysis and Modelling*, Esri Press, Redlands, CA, pp.221-244.
- Bithell, M., Brasington, J., Richards, K. (2008) "Discrete-element, individual-based and agent-based models: Tools for interdisciplinary enquiry in geography?" In *Geoforum*, N.º39, 625-642.
- Böcker, J., Lind, J., Zirkler, B. (2001) "Using a multi-agent approach to optimise the train coupling and sharing system". In *European Journal of Operational Research*, N.º134, pp.242-252.
- Bodenmann, B. (2011) "Modelling firm (re)location choice in urbanism". In *51st European Congress of the Regional Science Association*, 21st-25th August, Barcelona.
- Bodenmann, B., Axhausen, K (2010) *Synthesis report on the state of the art on firmographics*, Institute for Transport Planning and Systems, ETH, Zurich. Disponível em: <http://www.sustaincity.org/publications> (acedido em Setembro de 2012).
- Bonnefoy, J. (2001) "From households to urban structures: space representations as engine of dynamics in multiagent simulations". In *12th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography*, September 7-11, St-Valery-en-Caux.
- Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. (1999) *The Unified Modelling Language*, Addison-Wesley, 1999.
- Bordini, R., Braubach, L., Dastani, M., Seghrouchni, A., Sanz, J., Leite, J., O'Hare, G., Pokahr, A., Ricci, A. (2006) "A survey of programming languages and platforms for multi-agent systems". In *Informatica*, 30, pp.33-44.
- Bordini, R., Dastani, M., Dix, J., Seghrouchni, A. (2005a) "Multi-agent programming: languages, platforms and applications". In Bordini et al. (eds.), *Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications*, Springer-Verlag, New York, pp.23-28.
- Bordini, R., Hübner, J., Vieira, R. (2005b) "Jason and the Golden Fleece of agent-oriented programming". In Bordini et al. (eds.), *Multi-Agent Programming: Languages, Platforms and Applications*, Springer-Verlag, New York, pp.3-37.
- Bordini, R., Hübner, J., Wooldridge, M. (2007) *Programming multi-agent systems in AgentSpeak using Jason*, John Wiley & Sons, West Sussex.

- Bordini, R., Moreira, A. (2002) "Proving the asymmetry thesis principles for a BDI agent-oriented programming language". In *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 70, N.º5, pp.108-125.
- Boulanger, P., Bréchet, T. (2005) "Models for policy-making in sustainable development: the state of the art and perspectives for research". In *Ecological Economics*, N.º55, pp.337-350.
- Bousquet, F., Page, C. (2004) "Multi-agent simulations and ecosystem management: a review". In *Ecological Modelling*, N.º176, pp.313-332.
- Bowman, J. (2006) *A Review of the literature on the application and development of land use models*. Disponível em: [http://www.ampo.org/assets/616\\_arlandusemodellitreview.pdf](http://www.ampo.org/assets/616_arlandusemodellitreview.pdf) (acedido em Novembro de 2009).
- Bretagnolle, A., Daudé, E., Pumain, D. (2003) "From theory to modelling : urban systems as complex systems". In *13th European Colloquium on Quantitative and Theoretical Geography*, 8th-11th September, Lucca.
- Briassoulis, H. (2000) "Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches". In Loveridge, S. (ed.), *The Web Book of Regional Science*, West Virginia University, Morgantown.
- Brooks R. (1991) "Intelligence without representation". In *Artificial Intelligence*, N.º47, pp.139-159.
- Brouwer, A., Mariotti, I., Van Ommeren, J. (2004) "The firm relocation decision: an empirical investigation". In *The Annals of Regional Science*, 38 (2.), 335-347.
- Brown, D. (2006) "Agent-based models". In Geist, H. (ed.), *The Earth's Changing Land: an Encyclopedia of Land-Use and Land-Cover Change*, Westport CT: Greenwood Publishing Group, pp.7-13.
- Brown, D., Riolo, R., Robinson, D., North, M., Rand, W. (2005) "Spatial process and data models: toward integration of agent-based models and GIS". In *Journal of Geographical Systems*, Vol.7, pp.25-47.
- Brown, D., Robinson, D. (2006) "Effects of heterogeneity in residential preferences on an agent-based model of urban sprawl". In *Ecology and Society*, Vol.11 (1). Disponível em: [www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art46/](http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art46/) (acedido em Julho de 2010).
- Bruxelas, M., Bello, M., Bach, L. (1973) *Parques industriais*, Instituto Nacional de Investigação Industrial, Lisboa.
- Burrough, P., McDonnell, R. (1998) *Principles of geographical information systems*, Oxford University Press, Oxford.
- Camagni, R., Capello, R. (2004) "The city network paradigm: theory and empirical evidence". In Capella, R. e Nijkamp, P. (eds.), *Urban Dynamics and Growth, Advances in Urban Economics*, Elsevier, Amsterdam, pp.495-529.
- Campo, S. (2009) "Developing the land use and transportation integrated modelling framework for Lisbon Metropolitan Area (LUTIA-LX)". In *11th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM)* 16-19 June, Hong-Kong.
- Cao, K., Feng, X., Wan, H. (2009) "Applying agent-based modeling to the evolution of eco-industrial systems". In *Ecological Economics*, N.º68, pp.2868-2876.
- Capello, R. (2000) "The city network paradigm: measuring urban network externalities". In *Urban Studies*, Vol.37, N.º11, pp.1925-1945.
- Carbó J., Molina, J. Dávila, J. (2003) "Trust Management through Fuzzy Reputation", International". In *Journal of Cooperative Information Systems*, Vol. 12, N.º 1 pp.135-155.
- Carmona, R. (2008) *Procura da boa norma para a localização industrial* (MSh Thesis), Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Carroll, G., Hannan, M. (2000) *The demography of corporations and industries*, Princeton University Press, New Jersey.



- Carvalho, J. (2000) "Using AgentSheets to teach simulation to undergraduate students". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 3, N.º 3.
- Castells, M. (2000) *The rise of the network society, the information age: economy, society and culture (Vol.1)*, Blackwell Publishers, Second Edition, Oxford.
- Castle, C. (2006) "Using Repast to develop a prototype agent-based pedestrian evacuation model". In *Proceedings of the Agent 2006 Conference on Social Agents: Results and Prospects*, September 21–23, Chicago.
- Castle, C., Crooks, A. (2006) "Principles and concepts of agent-based modelling for developing geospatial simulations". In *Working Papers Series* (Paper 110), Centre For Advanced Spatial Analysis, UCL, London.
- Cavari, R. (2007) *A multi-agent planning support system for assessing externalities of urban form scenarios: development and application in an Israeli case study*, PhD Thesis, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven.
- Cavezzali, A., Rabino, G. (2003) "Multi-agent systems and territory: concepts, methods and applications". In *43<sup>rd</sup> Congress of the European Regional Science Association*, 27-30 August, Jyväskylä.
- CCDRN - Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2006) *Norte 2015, competitividade e desenvolvimento, uma visão estratégica*, CCDRN, Porto.
- CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2009a) *Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte (Proposta de Plano)*, CCDRN, Porto.
- CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2009b) *Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte, Relatório Setorial – Acessibilidades, Mobilidade e Logística*, CCDRN, Porto.
- CCDRN – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte (2009c) *Plano Regional de Ordenamento do Território do Norte, Relatório Síntese – Modelo Territorial do Arco Metropolitano*, CCDRN, Porto.
- Cetin, N., Nagel, K., Raney, B., Voellmy, A. (2002) "Large-scale multi-agent transportation simulations". In *Computer Physics Communications*, N.º147, pp.559–564.
- Che'man, N., Timmermans, H. (2010) "Urban land use and economic growth modelling". In *12th World Conference Transport Research*, July 11-15, Lisbon.
- Chen, K., Chen, C. (2010) "Applying multi-agent technique in multi-section flexible manufacturing system". In *Expert Systems with Applications*, Vol.37 (11), pp.7310-7318.
- Cheyer, A., Martin, D. (2001) "The Open Agent Architecture". In *Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Vol.4, N.º1, pp.143-148.
- Chou, T., Seng, J. (2009) "An intelligent multi-agent e-services method - an international telecommunication example". In *Information & Management*, N.º46, pp.342–350.
- Chowell, G., Hyman, J., Eubank, S., Chavez, C. (2003) "Scaling laws for the movement of people between locations in a large city". In *Physical Review E* 68, pp.1-7.
- Chun, S. (2004) "Industrial estate planning and development: case studies". In Freire M, Yuen B (eds.) *Enhancing Urban Management in East Asia*, Ashgate Publishing Lda, pp.171-196.
- Church, R., Murray, A. (2009) *Business site selection, location analysis, and GIS*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- Cil, I., Mala, M. (2010) "A multi-agent architecture for modelling and simulation of small military unit combat in asymmetric warfare". In *Expert Systems with Applications: an International Journal*, Vol.37 (2), pp.1331-1343.
- Clifford, N. (2008) "Models in geography revisited". In *Geoforum*, 39, pp.675-686.

- Coelho, H., Schilperoord, M. (2004) "Intersections: experiments and enhancements". In Coelho, H. e Espinasse, B. (eds.), *Proceedings of the 5th workshop on Agent-Based Simulation*, SCS Publishing House, Erlangen, pp.201-206.
- Corchado, J., Pavón, J., Corchado, E., Castillo, L. (2004) "Development of CBR-BDI agents: a tourist guide application". In Funk, P. e Calero, G. (eds.), *Proceedings of the European Conference on Case-Based Reasoning (ECCBR)*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.547-559.
- Costa, M. (1999) *Uma arquitetura baseada em agentes para suporte ao ensino à distância*, PhD Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Couclelis, H. (2007) "Cellular automata and agent-based models: what next?" In *Workshop on Agent-Based Modeling of Complex Spatial Systems*, April 14-16, Santa Barbara.
- Crecine, J. (1968) *A dynamic model of urban structure*, Rand Corporation, Santa Monica.
- Cremonini, M., Omicini, A., Zambonelli, F. (1999) "Multi-Agent systems on the Internet: extending the scope of coordination towards security and topology". In *Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 1647/1999, pp.77-88.
- Crooks, A. (2006) "Exploring cities using agent based models and GIS". In *Proceedings of the Agent 2006 Conference on Social Agents: Results and Prospects*, September 21-23, Chicago.
- Crooks, A. (2010) "Using geo-spatial agent-based models for studying cities". In *Working Paper Series (Paper 160)*, Centre for Advanced Spatial Analysis, UCL, London.
- Crooks, A., Castle, C., Batty, M. (2008) "Key challenges in agent-based modelling for geo-spatial simulation". In *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, pp.417-430.
- Damaceanu, R. (2008) "An agent-based computational study of wealth distribution in function of resource growth interval using NetLogo". In *Applied Mathematics and Computation*, N.º201, pp.371-377.
- Dasgupta, D., Gonzalez, F., Yallapu, K., Gomez, J., Yarramsetii, R. (2005) "CIDS: an agent-based intrusion detection system". In *Computers & Security*, N.º24, pp.387-398.
- Dastani, M., Boer, F., Dignum, F., Meyer, J. (2003) "Programming agent deliberation: an approach illustrated using the 3APL language". In *Proceedings of the Second International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, July 14-18, Melbourne, pp.97-104.
- Daudé, E. (2002) *Modélisation de la diffusion d'innovations par la simulation multi-agents: l'exemple d'une innovation en milieu rural*, PhD Thèse, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon.
- Daudé, E. (2003) "Apports de la simulation multi-agents à l'étude des processus de diffusion". In *6èmes Rencontres de Théo Quant*, 20-21 Février, Besançon.
- Davoudi, S. (2003) "Polycentricity in European spatial planning: from an analytical tool to a normative agenda". In *European Planning Studies*, Vol. 11, N.º8, pp.979-999.
- De Bok, M. (2007) *Infrastructure and firm dynamics: a micro-simulation approach*, PhD Thesis, Delft University of Technology, Delft.
- Deog, O., Kyung, K., Jeong, S. (2005) "Eco-Industrial Park Design: a Daedeok Technovalley case study". In *Habitat International*, N.º29, pp.269-284.
- Devisch, O., Timmermans, H., Arentze, T., Borgers, A. (2004) "Towards a generic multi-agent engine for the simulation of spatial behavioural processes". In Van Leeuwen, J.P. and H. Timmermans (eds.), *Recent Advantages in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.145-160.
- DGOTDU – Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (2009) *Política de Cidades Polis XXI*. Disponível em:

- <http://www.dgotdu.pt/channel.aspx?channelID=A1F57B2B-F066-475F-9B60-9F86A110C000&listaUltimos=1> (acedido em Setembro 2009).
- DGOTDU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (2011) *Superfície de uso industrial do solo identificado nos PMOT (ha) por Localização geográfica (2010)*, Lisboa.
- Diappi, L., Bolchi, P. (2008) “Smith’s rent gap theory and local real estate dynamics: a multi-agent model”. In *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, pp.6-18.
- Domingues, A. (2008) “Extensive urbanisation – a new scale for planning”. In *CITTA 1st Annual Conference on Planning Research*, FEUP, 30 May, Porto.
- Doniec, A., Mandiau, R., Piechowiak, S., Espié, S. (2008) “A behavioural multi-agent model for road traffic simulation”. In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, n.º21, pp.1443-1454.
- Drewe, P. (2005) “Time in Urban Planning and Design in the ICT Age”. In Hulsbergen et al. (ed.) *Shifting Sense in Spatial Planning, Series Design/Science/Planning*, Techne Press, Amsterdam, pp.197-212.
- Du, L., Ukkusuri, S., Del Valle, W., Kalyanaraman, S. (2009) “Optimization models to characterize the broadcast capacity of vehicular ad hoc networks”. In *Transportation Research Part C*, N.º17, pp.571–585.
- Dugdale, J. (2006) *An evaluation of seven software simulation tools for use in the social sciences*, Disponível em: <http://www.irit.fr/COSI/training/evaluationoftools/Evaluation-Of-Simulation-Tools.htm> (acedido em Março 2010).
- Durfee, E. (1999) “Distributed Continual Planning for Unmanned Ground Vehicle Teams”. *AI Magazine*, December, 1999.
- Echenique, M., Flowerdew, A., Hunt, J., Mayo, T., Skidmore, I., Simmonds, D. (1990) “The MEPLAN models of Bilbao, Leeds and Dortmund”. In *Transport Reviews*, 10(4), pp.309-322.
- Eliasson, J., Mattsson, L. (2000) “A model for integrated analysis of household location and travel choices”. In *Transportation Research Part A*, N.º34, pp.375-394.
- Elwood, S., Leitner, H. (1998) “GIS and community-based planning: exploring the diversity of neighbourhood perspectives and needs”. In *Cartography and Geographic Information Systems*, vol.25, n.º2, pp.77-88.
- Emrich, S., Suslov, S., Judex, F. (2007) “Fully agent based modellings of epidemic spread using AnyLogic”. In *Proceedings EUROSIM 2007*, 9-13 September, Ljubljana.
- Epstein, J. (2007) *Generative social science, studies in agent-based computational modeling*, Princeton University Press.
- Epstein, J., Axtell, R. (1996) *Growing artificial societies: social science from the bottom up*, Brookings/MIT Press, Cambridge.
- Epstein, J., Axtell, R. (1997) “Artificial societies and generative social science”. In *Artificial Life Robotics*, N.º1, pp.33-34.
- Etienne, M. (2003) “Sylvopast: a multiple target role-playing game to assess negotiation processes in sylvopastoral management planning”. In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.6, N.º2.
- Ettema, D., Kor, J., Timmermans, H., Bakema, A. (2005) “PUMA: Multi-agent modelling of urban systems”. In *45th Congress of the European Regional Science Association*, 23-27 August, Amsterdam.
- Eurostat (2011) *Structural business statistics: Industry and construction*, European Commission, Brussels.

- Ezzedine, H., Kolski, C., Péninou, A. (2005) "Agent-oriented design of human-computer interface: application to supervision of an urban transport network". In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, N.º18, pp.255-270.
- Ferber, J. (1999) *Multiagent systems: an introduction to distributed artificial intelligence*. Edinburgh: Addison Wesley.
- Fernández, I., Ruiz, M. (2009) "Descriptive model and evaluation system to locate sustainable industrial areas". In *Journal of Cleaner Production*, 17, pp.87-100.
- Ferraz A, Baria I (2006) "Percepção da população da cidade de São Paulo dos benefícios do transporte sobre trilhos". In *Actas do 2º Congresso Luso-Brasileiro de Planeamento Urbano Regional Integrado Sustentável*, Universidade do Minho, 27-29 de Setembro, Braga.
- Ferreira, P. (2008) *Specification and implementation of an artificial transport system*, MSh Thesis, FEUP, Porto.
- Fertner, C. (2008) *Complexity and agent-based modelling in urban research*, Working paper N.º17, Centre for Forest, Landscape and Planning University of Copenhagen.
- Filatova, T., Parker, D., Veen, A. (2009) "Agent-based urban land markets: agent's pricing behavior, land prices and urban land use change". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.12, N.º(1)3. Disponível em: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/1/3.html> (acedido em Dezembro de 2009).
- Fioretti, G. (2001) "Information structure and behaviour of a textile industrial district". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.4, N.º4.
- Fioretti, G. (2006) "Agent-based models of industrial clusters and districts". In Tavidze, A. (ed.), *Progress in Economics Research*, Vol. IX, Chapter VIII, pp.125-142.
- Flores, R. (1999) "Towards the standardization of multi-agent system architectures: an overview." In L., Perry (ed.), *Crossroads, Special Issue on Intelligent Agents, Association for Computer Machinery (ACM)*, Issue 5.4, pp18-24.
- Fonseca, F., Ramos, R. (2010) "The adoption of a regulatory framework for industrial parks network in the Ave valley, Portugal". In *European Network on Industrial Policy International Conference*, 9th – 11th June, Reus.
- Fonseca, F., Ramos, R. (2011) "Functional and spatial integration of urban networks: the case of the Urban Quadrilateral". In *Second International Conference of Young Urban Researchers*, 11-14 October, Lisbon.
- Fonseca, J. (2001) *Protocolos de negociação com coligações em sistemas multi-agente*, PhD Thesis, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Gago, J., Garcia, J. (1994) *Ordenación de áreas industriales (Monografía)*, Junta de Castilla y Leon, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, Valladolid.
- Gallez, C., Kaufmann, V., Maksim, H., Thébert, M. (2010) "Coordinating transportation and urban planning: from ideologies to local realities". In *International Conference of the European Urban Research Association (Understanding Cities Dynamics)*, 24-26 September, Darmstadt.
- Gama, R. (2002) *Dinâmicas industriais, inovação e território: abordagem geográfica a partir do Centro Litoral*, PhD Thesis, FLUC, Coimbra.
- Garneau, T., Moulin, B., Delisle, S. (2010) "PLAMAGS: A unified framework and language for efficient multi-agent geo-simulation development". In Mohamed, A. (ed.), *Modelling, Simulation and Identification*, Intech, pp. 239-260.
- Garreau, J. (1991) *Edge city: life in the new frontier*, Doubleday, New York.
- Gaspari, M. (1998) "Concurrency and knowledge-level in agent languages". In *Artificial Intelligence*, N.º105, pp.1-45.

- Gechter, F., Contet, J., Gruer, P., Koukam, A. (2010) "Car-driving assistance using organization measurement of reactive multi-agent system". In *Procedia Computer Science*, N.º1, pp.317-325.
- Geerlings, H., Stead, D. (2003) "The integration of land use planning, transport and environment in European policy and research". In *Transport Policy*, Vol.10. Nº3, pp.187-196.
- Georgeff, M., Rao, A. (1998) "Rational software agents: from theory to practice". In Jennings e Wooldridge (eds.), *Agent Technology: Foundations, applications and markets.*, Springer, pp.139-160.
- Giardini, F., Tosto, G., Conte, R. (2008) "A model for simulating reputation dynamics in industrial districts". In *Simulation Modelling Practice and Theory*, N.º16, pp.231-241.
- Gibbs, D., Deutz, P. (2005) "Implementing industrial ecology? Planning for eco-industrial parks in the USA". In *Geoforum*, Nº36, pp.452-464.
- Gilbert, N. (2008) *Agent-based models, quantitative applications in the social sciences*, Sage Publications.
- Ginot, V., Le Page, C., Souissi, S. (2002) "A multi-agents architecture to enhance end-user individual-based modelling". In *Ecological Modelling*, N.º157, pp.23-41.
- Goei, B., Burger, M., Oort, F., Kitson, M. (2009) "Functional polycentrism and urban network development in the Greater South East UK: evidence from commuting patterns, 1981- 2001", in *ERIM Report Series Reference N.º ERS-2009-038-ORG*, disponível em <http://ssrn.com/abstract=1434572> (Outubro de 2010).
- Goldenberg, J., Libai, B., Muller, E. (2010) "The chilling effects of network externalities". In *International Journal of Research in Marketing*, 27, pp.4-15.
- Goldner, W. (1971) "The Lowry model heritage". In *Journal of the American Planning Association*, N.º37:2, pp.100-110.
- Gomes, G., May, A., Horowitz, R. (2004) "Congested freeway microsimulation model using VISSIM". In *Transportation Research Board*, N.º1876, pp.71-81.
- Gonçalves, A., Rodrigues, A., Correia, L. (2004) "Multi-agent simulation within geographic information systems". In *5th Workshop on Agent-Based Simulation (ABS04)*, 3-5May, Lisbon.
- Gong, J., Zhou, J., Li, W., Lin, H. (2006) "Design and implementation of an intelligent virtual geographic environment for the simulation of SARS transmission". In *International Conference on Virtual Reality Continuum and Its Applications*, Hong Kong, 14–17 June.
- Gorton, I., Haack, J., McGee, D., Cowell, A., Kuchar, O., Thomson, J. (2004) "Evaluating agent architectures: Cougaar, Aglets and AAA". In Lucena et al. (eds.), *SELMAS 2003*, LNCS 2940, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp.264–278.
- Guimarães, P., Figueiredo, O., Woodward, D. (2004) "Industrial location modeling: extending the random utility framework". In *Journal of Regional Science*, Vol.44, N.º.1, pp.1-20.
- Gulyás, L., Kozsik, T., Corliss, J. (1999) "The multi-agent modelling language and the model design interface". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 2, N.º3.
- Haklay, M., O'Sullivan, D., Thurstain-Goodwin, M., Schelhorn, T. (2001) "So go downtown: simulating pedestrian movement in town centres". In *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28(3), pp.343-359.
- Hamill, L., Gilbert, N. (2009) "Social circles: a simple structure for agent-based social network models". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.12, N.º 23.
- Hamman, Y., Moore, A., Whigham, P. (2007) "The dynamic geometry of geographical vector agents". In *Computers, Environment and Urban Systems*, vol.31, pp.502-519.
- Hare, M., Deadman, P. (2004) "Further towards a taxonomy of agent based simulation models in environmental management". In *Mathematics and Computers in Simulation*, 64(1), pp.25-40.

- Healey, P. (2007) *Urban complexity and spatial Strategies, towards a relational planning for our times*, Routledge, Oxon.
- Heeg, S., Klagge, B., Ossenbrügge, J. (2003) "Metropolitan cooperation in Europe: theoretical issues and perspectives for urban networking". In *European Planning Studies*, Vol.11, N.º2, pp. 139-153.
- Heeres, R., Vermeulen, W., Walle, F. (2004) "Eco-industrial park initiatives in the USA and the Netherlands: first lessons". In *Journal of Cleaner Production*, N.º12, pp.985-995.
- Helsingier, A., Thome, M., Wright, T. (2004) "Cougaar: a scalable, distributed multi-agent architecture". In *Proceedings of the IEEE Systems, Man and Cybernetics Conference*, pp.1910–1917, The Hague.
- Hernández, A., Manzano, J., Seghrouchni, A. (2009) "CTL AgentSpeak(L): a specification language for agent programs". In *Journal Algorithms*, N.º64, pp.31-40.
- Hernández, J., Ossowski S., Serrano, A. (2002) "Multiagent architectures for intelligent traffic management systems". In *Transportation Research Part C*, N.º10, pp.473-506.
- Hillier, A., Tomlin, D. (2007) *Agent-based modelling of urban phenomena in GIS*, Document submitted in fulfilment of Master in Urban Spatial Analytics, University of Pennsylvania. Disponível em [http://pennur.upenn.edu/uploads/media\\_items/pravin.original.pdf](http://pennur.upenn.edu/uploads/media_items/pravin.original.pdf) (acedido em Maio 2010).
- Hindriks, K., Boer, F., Hoek, W., Meyer, J. (1999) "Agent programming in 3APL". In *International Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 2(4), pp.357-401.
- Holden, E. (2007) *Achieving sustainable mobility, everyday and leisure-time travel in the EU*, Ashgate Publishing Limited, Hampshire.
- Honachefsky, W. (1999) *Ecologically based municipal land use planning*, CRC Press, 1<sup>st</sup> edition, Florida.
- Horrocks, I., Patel-Schneider, P., Harmelen, F. (2002) *Reviewing the design of DAML+ OIL: an ontology language for the semantic web*. Disponível em: <http://www.cs.vu.nl/~frankh/postscript/AAAI-BNAIC02.pdf> (acedido em Março, 2010).
- Howden, N., Rönquist, R., Hodgson, A., Lucas, A. (2001) "JACK intelligent agents: summary of an agent infrastructure". In *Proceedings of Second International Workshop on Infrastructure for Agents*, MAS, and Scalable MAS, 28 May-1 June, Montreal.
- Hsieh, F. (2009) "Developing cooperation mechanism for multi-agent systems with Petri nets". In *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, N.º22, pp.616-627.
- Hübner, J., Bordini, R., Vieira, R. (2004) "Introdução ao desenvolvimento de sistemas multi-agentes com Jason". In *XII Escola de Informática da SBC*, Guarapuava: UNICENTRO, Vol. 2, pp.51-89.
- Hunt, J., Donnelly, R., Abraham, J., Batten, C., Freedman, J., Hicks, J., Costinett, P., Upton, W. (2001) *Design of a statewide land use transport interaction model for Oregon*. In *9th World Conference on Transportation Research (WCTR)*, 22-27 July, Seoul.
- Hunt, J., Kriger, D., Miller, E. (2005) "Current operational urban land-use-transport modelling frameworks: a review". In *Transport Reviews*, Vol. 25, N.º3, pp.329-376.
- Iacono, M., Levinson, D., El-Geneidy, A. (2008) "Models of transportation and land use change: a guide to the territory". In *Journal of Planning Literature*, Vol. 22, N.º4, pp.323-340.
- Inchiosa, M., Parker, M. (2002) "Overcoming design and development challenges in agent-based modeling using Ascape". In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América (PNAS)*, , pp.7304-7308, May 14, Vol. 99 (3).
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2001) *Anuário Estatístico da Região Norte de 2000*, INE, Lisboa.

- INE – Instituto Nacional de Estatística (2009) *Estudo Sobre o Poder de Compra Concelhio 2007*, INE, Lisboa.
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2010) *Anuário Estatístico da Região Norte de 2009*, INE, Lisboa.
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2011) *Sistema de Contas Integradas das Empresas de 2009*, Lisboa (não publicado).
- INE – Instituto Nacional de Estatística (2012) *XV Recenseamento Geral da População (Censos 2011)*, INE, Lisboa.
- Innocenti, B., López, B., Salvi, J. (2007) “A multi-agent architecture with cooperative fuzzy control for a mobile robot”. In *Robotics and Autonomous Systems* N.º55, pp.881-891.
- Ioannidou, A., Repenning, A., Webb, D. (2009) “Agentcubes: incremental 3D end-user development”. In *Journal of Visual Language and Computing*, N.º20, pp.236-251.
- Jennings, N. (1996) “Coordination techniques for distributed artificial intelligence”. In O’Hare, G. e Jennings, N. (eds.), *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, John Wiley & Sons, Inc., New York, pp.187-210.
- Jennings, N., Corera, J., Laresgoiti, I., Mamdani, E., Perriollat, F., Skarek, P., Varga, L. (1996) “Using ARCHON to develop real-world DAI applications for electricity transportation management and particle acceleration control”. In *IEEE Expert Special Issue on Real World Applications of DAI systems*, 11(6), pp.1-34.
- Jennings, N., Sycara, K., Wooldridge, M. (1998) “A roadmap of agent research and development”. In *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 1, pp.7–38.
- Jennings, N., Wooldridge, M. (1998) “Applications of intelligent agents”. In Jennings, N., Wooldridge, M. (eds.), *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*, Springer-Verlag, pp.3-28.
- Jeon, H., Petrie, C., Cutkosky, M. (2000) “JATLite: A Java agent infrastructure with message routing”. In *Internet Computing*, Vol. 4, N.º2, pp.87-96.
- Jeremias, M. (2012) *A política pública de promoção de parques industriais e o seu contributo para o desenvolvimento e o ordenamento do território – parque industrial de Beja*, MSh Thesis, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Johnston, K. (2013) *Agent Analyst: agent-based modelling in ArcGIS*, Esri Press, Redlands.
- Joshi, H., Guhathakurta, S., Konjevod, G., Crittenden, J., Li, K. (2006) “Simulating the effect of light rail on urban growth in Phoenix: an application of the URBANSIM modelling environment”. In *Journal of Urban Technology*, Vol.13, N.º2, pp. 91-111.
- Karadimas, N., Rigopoulos, G., Bardis, N. (2006) “Coupling multiagent simulation and GIS - an application in waste management”. In *WSEAS Transactions on Systems*, 5, pp.2367-2371.
- Khan, A. (2002) *A system for microsimulating business establishments: analysis, design and results* (PhD Thesis), University of Calgary, Calgary.
- Kim, D., Batty, M. (2011) *Modeling urban growth: an agent-based microeconomic approach to urban dynamics and spatial policy simulation*, Working Paper Series, 165, Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), London.
- Kim, T. (1989) *Integrated urban system modeling: theory and practise*, Martinus Nijhoff, Norwell.
- Kishore, R., Zhang, H., Ramesh, R. (2006) “Enterprise integration using the agent paradigm: foundations of multi-agent-based integrative business information systems”. In *Decision Support Systems*, N.º42, pp.48-78.
- Klaasen, I., Rooij, R., Schaick, J. (2007) “Network cities: operationalising a strong but confusing concept”. In *Sustainable Urban Areas International Conference*, Rotterdam, 25-28 June.
- Knaap, B. (2007) “Urban network development under conditions of uncertainty”. In Taylor et al. (eds.), *Cities in Globalization, Practices, Policies and Theories*, Routledge, Oxon, pp.84-101.

- Knapik, M., Johnson, J. (1998) *Developing intelligent agents for distributed systems*, McGraw Hill, New York.
- Kosonen, I. (2003) "Multi-agent fuzzy signal control based on real-time simulation". In *Transportation Research Part C*, N.º11, pp.389-403.
- Kotler P., Armstrong G. (1993) *Princípios de marketing*, Editora Prentice-Hall, Rio de Janeiro.
- Kotler, P., Haider, D., Rein, I. (1993) *Marketing places, attracting investment, industry and tourism to cities, states and nations*, The Free Press, New York.
- Krabben, E., Buitelaar, E. (2011) "Industrial land and property markets: market processes, market institutions and market outcomes: the Dutch case". In *European Planning Studies*, Vol. 19 (12), pp.2127-2146.
- Krabben, E., Van Dinteren, J. (2010) "Public development of industrial estates in the Netherlands: undesired market outcomes and policy interventions". In *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol.101 (1), pp.91-99.
- Krugman, P. (1998) "What's new about the new economic geography?" In *Oxford Review of Economic Policy*, 14, pp.7-17.
- Kumar, S., Kockelman, K. (2008) "Tracking the size, location and interactions of businesses: microsimulation of firm behavior in Austin, Texas". In *87th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, January 13-17, Washington D.C.
- Labarthe, O., Espinasse, B., Ferrarini, A., Montreuil, B. (2007) "Toward a methodological framework for agent-based modelling and simulation of supply chains in a mass customization context". In *Simulation Modelling Practice and Theory*, N.º15, pp.113-136.
- Labrou, Y., Finin, T. (1997) *A Proposal for a new KQML specification*, Technical Report CS-97-03, Computer Science and Electrical Engineering Department, University of Maryland Baltimore County, Baltimore. Disponível em:  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.38.7779> (acedido em Novembro de 2009).
- Lämmel, G., Grether, D., Nagel, K. (2010) "The representation and implementation of time-dependent inundation in large-scale microscopic evacuation simulations". In *Transportation Research Part C*, N.º18, pp.84-98.
- Landis, J. (1994) "The California Urban Futures Model: a new generation of metropolitan simulation models". In *Environment and Planning B*, N.º21 (4), pp.399-420.
- Larsson, J.; Hayes-Roth, B.; Gaba, D. (1996) *Guardian: Final Evaluation*, Knowledge Systems Laboratory, Report KSL-96-25, Stanford University, Stanford.
- Leal, A. (2009) *Modelação do sistema rodoviário: na perspectiva do conflito emergente*, MSc Thesis, ISCTE, Lisboa.
- Leitham, S., McQuaid, R., Nelson, J. (2000) "The influence of transport on industrial location choice: a stated preference experiment". In *Transportation Research Part A*, 34, pp.515-535.
- Leitner, H., Pavlik, C., Sheppard, E. (2002) "Networks, governance and the politics of scale: inter-urban networks and the European Union". In Herod, A. e Wright, M. (eds.), *Geographies of Power, Placing Scale*, Blackwell Publishing, Bodmin, pp.274-298.
- Levy, S., Martens, K., Heijden, R. (2011) "An agent-based model of transport and land use policy coordination between municipalities". In *Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk*, 24-25 November, Antwerpen.
- Li, S. (2007) "AgentStra: an Internet-based multi-agent intelligent system for strategic decision-making". In *Expert Systems with Applications*, N.º33, pp.565-571.
- Li, X., Liu, X. (2007) "Defining agents' behaviors to simulate complex residential development using multicriteria evaluation". In *Journal of Environmental Management*, N.º85, pp.1063-1075.



- Li, Y., Brimicombe, A., Li, C. (2008) "Agent-based services for the validation and calibration of multi-agent models". In *Computers, Environment and Urban Systems*, 32, pp.464-473.
- Ligmann, A., Jankowski, P. (2007) "Agent-based models as laboratories for spatially explicit planning policies". In *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol.34, pp.316-335.
- Ligtenberg, A., Bregt, A., Lammeren R. (2001) "Multi-actor-based land use modelling: spatial planning using agents". In *Landscape and urban Planning*, N.º56, pp.21-33.
- Ligtenberg, A., Wachowicz, M., Bregt, A., Beulens, A., Kettenis D. (2004) "A design and application of a multi-agent system for simulation of multi-actor spatial planning". In *Journal of Environmental Management*, n.º72, pp.43-55.
- Limtanakool, N., Schwanen, T., Dijst, M. (2009) "Developments in the Dutch urban system on the basis of flows". In *Regional Studies*, Vol. 43(2), pp.179-196.
- Lin, F., Tan, G., Shaw, M. (1999) "Multiagent enterprise modeling". In *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, N.º9 (1), pp.7-32.
- Linard, C., Ponçon, N., Fontenille, D., Lambin, E. (2009) "A multi-agent simulation to assess the risk of malaria re-emergence in southern France". In *Ecological Modelling*, N.º220, pp.160-174.
- Liu, K. (2004) "Agent-based resource discovery architecture for environmental emergency management". In *Expert Systems with Applications*, N.º27, pp.77-95.
- Lombardo, S., Petri, M., Zotta, D. (2004) "Intelligent GIS and retail location dynamics: a multi agent system integrated with ArcGIS". In Laganà et al. (eds.), *Proceedings of the International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA)*, Assisi, pp.1046-1056.
- López, J., Herrero, J., Barbolla, A. (2005) "Agentes y sistemas multi-agente". In Corredera, J. (ed.), *Tecnologías y Servicios para la Sociedad de la Información*, Universidade Politécnica de Madrid, Madrid, pp.104-151.
- Louw, E., Bontekoning, Y. (2007) "Planning of industrial land in the Netherlands: its rationales and consequences". In *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol. 98 (1), pp.121-129.
- Lowry, I. (1964) *A Model of Metropolis*, Rand Corporation, Santa Monica.
- Luke, S., Cioffi, C., Panait, L., Sullivan, K. (2004) "Mason: a new multi-agent simulation toolkit". In *Proceedings of the 2004 SwarmFest*, May 9-11, Ann Arbor, Michigan.
- Luo, Y. (2007) "A coepetition perspective of global competition". In *Journal of World Business*, 42, pp.129-144.
- Mackett, R. (1983) *The Leeds Integrated Transport Model (LILT)*, Supplementary Report 805, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Macmillan, W., Huang, H. (2008) "An agent-based simulation model of a primitive agricultural society". In *Geoforum*, N.º39, pp.643-658.
- Macy, M., Willer, R. (2002) "From factors to actors: computational sociology and agent-based modeling". In *Annual Review of Sociology*, Vol. 28, pp.143-166.
- Mahesh, M., Ong, S., Nee, A., Fuh, J., Zhang, Y. (2007) "Towards a generic distributed and collaborative digital manufacturing". In *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, N.º23, pp. 267-275.
- Malerba, F., Nelson, R., Orsenigo, L., Winter, S. (2001) "History-friendly models: an overview of the case of the computer industry". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.4, N.º3.
- Malleson, N. (2010a) *Repast Symphony 'non-GUI' tutorial*, disponível em <http://portal.ncess.ac.uk/access/wiki/site/mass/symphony%20tutorial.html> (acedido em Março de 2010).

- Malleson, N. (2010b) *RepastCity, a demo virtual city*, disponível em <http://portal.ncess.ac.uk/access/wiki/site/mass/repastcity.html> (acedido em Março de 2010).
- Manson, S. (2007) "Challenges in evaluating models of geographic complexity". In *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 34, pp.145-260.
- Manzato, G. (2012) *Modelling office firm dynamics in an agent-based micro simulation framework, methods and empirical analyses*, PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- Manzato, G., Arentze, T., Timmermans, H., Ettema, D. (2010) "A support system that delineates location-choice sets for firms seeking office space". In *Applied GIS*, 6 (1), pp.1-17.
- Maoh, H., Kanaroglou., P. (2005) "Agent-based firmographic models: a simulation framework for the city of Hamilton". In *PROCESSUS - Second International Colloquium on the Behavioural Foundations of Integrated Land-use and Transportation Models: Frameworks, Models and Applications*, June 12-15, Toronto.
- Markusen, A. (1996) "Sticky places in slippery space: typology of industrial districts". In *Economic Geography*, Vol. 72, N°3, pp.293-313.
- Martin, D., Cheyer, A., Moran, D. (1999) "The open agent architecture: a framework for building distributed software systems". In *Applied Artificial Intelligence*, N.°13, pp.91-128.
- Martinez, F. (1992) "The bid choice land use model: an integrated economic framework". In *Environment and Planning A*, 24 (6), pp.871-885.
- Martinez, L. (2010) "Activities, transportation networks and land prices as key factors of location choices: an agent-based model for Lisbon Metropolitan Area". In *12th World Conference on Transport Research*, 11-15 July, Lisbon.
- Mascardi, V., Martelli, M., Sterling, L. (2004) "Logic-based specification languages for intelligent software agents". In *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(4), pp.429-494.
- Mateus, A. (2010) *Indústria Portuguesa: situação actual e evolução recente*, Confederação Empresarial de Portugal, Augusto Mateus & Associados, Lisboa.
- Matsuyama, T., Ukita, N. (2002) "Real-time multi-target tracking by a cooperative distributed vision system". In *Proceedings of the IEEE*, Vol.90, No.7, pp.1136-1150.
- Matthews, R., Gilbert, N., Roach, A., Polhill, J., Gotts, N. (2007) "Agent-based land-use models: a review of applications". In *Landscape Ecology*, Vol. 22, pp.1447-1459.
- Mayer, I., Carton, L., Jong, M., Leijten, M., Dammers, E. (2004) "Gaming the future of an urban network". In *Futures*, N.°36, pp.311-333.
- Mazzarol, T., Cresp, D., McFarlane, R., Edlinger, E. (2009) *Industrial land development in Western Australia, a review of global trends, innovation and best practise*, Department for Planning and Infrastructure, Western Australia.
- McDonnell, S., Zellner, M. (2011) "Exploring the effectiveness of bus rapid transit a prototype agent-based model of commuting behaviour". In *Transport Policy*, 18, pp. 825–835.
- McLane, A., Semeniuk, C., McDermid, G., Marceau, D. (2011) "The role of agent-based models in wildlife ecology and management". In *Ecological Modelling*, 222, pp. 1544-1556.
- Meijers, E. (2005) "Polycentric urban regions and the quest for synergy: is a network of cities more than the sum of the parts?" In *Urban Studies*, Vol. 42, N.°4, pp.765–781.
- Meijers, E. (2007) "From central place to network model: theory and evidence of a paradigm change". In *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, Vol.98, N.°2, pp.245-259.
- Meijers, E., Burguer, M. (2010) "Spatial structure and productivity in U.S. metropolitan areas". In *Environment and Planning A*, 42(6), pp.1383-1402.
- Meijers, E., Hoekstra, J., Aguado, R. (2008) "Strategic planning for city networks: the emergence of a Basque global city?" In *International Planning Studies*, 13(3), pp.239-259.

- Mendez, R. (1999) "Towards a standardization of multi-agent system frameworks". In *ACM Crossroads Student Magazine*, N.º5(4). Disponível em <http://www.acm.org/crossroads/xrds5-4/multiagent.html> (acedido em Novembro de 2009).
- Metcalfe, S., Paich, M. (2005) "Spatial dynamics of social network evolution". In *23rd International Conference of the System Dynamics Society*, July 17-21, Boston.
- Miller, E. (2003) "Microsimulation". In Goulias, K. (ed.), *Transportation Systems Planning: Methods and Applications*, Boca Raton, CRC Press, 12, pp.12-1-12-22.
- Miller, E., Hunt, J., Abraham, J. (2004) "Microsimulating urban systems". In *Computers, Environment and Urban Systems*, N.º 28, pp.9-44.
- Miyamoto, K., Udomsri, R. (1996) "An analysis system for integrated policy measures regarding land use, transport and the environment in a metropolis". In Hayashi, Y. e Roy., J. (eds.) *Transport, Land Use and the Environment*, Kluwer, Dordrecht, pp.259-280.
- Moeckel, R., Spiekermann, K., Schürmann, C., Wegener, M. (2003) "Microsimulation of land use". In *International Journal of Urban Sciences*, 7(1), pp.14-31.
- Molina, J., Corchado, J., Mestras, J. (2005) "Modelos y arquitecturas de agente". In Mas, A. (ed.), *Agentes Software y Sistemas Multi-Agente: Conceptos, Arquitecturas y Aplicaciones*, Prentice Hall, pp.29-64.
- Moran, D., Cheyer, A., Júlia, L., Martin, D., Park, S. (1998) "Multimodal user interfaces in the Open Agent Architecture". In *Knowledge-Based Systems*, N.º10, pp. 295-303.
- Moulin, B., Chaib-Draa, B. (1996) An overview of distributed artificial intelligence. In O'Hare, G. e Jennings, N. (eds.), *Foundations of Distributed Artificial Intelligence*, New York: John Wiley & Sons, pp.3-55.
- Müller J. (1996) *The design of intelligence agents, a layered approach*, Springer-Verlag, Berlin.
- Munthali, K. (2012) "Agent-based simulation in geospatial analysis". In Murayama, Y. (ed.), *Progress in Geospatial Analysis*, Springer, Tokyo, pp.143-157.
- Najlis, R., North, M. (2004) "Repast for GIS". In *Proceedings of Agent 2004: Social Dynamics: Interaction, Reflexivity and Emergence*, University of Chicago and Argonne National Laboratory, 7-9 October, Chicago.
- Nikolai, C., Madey, G. (2009) "Tools of the trade: a survey of various agent based modeling platforms". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 12, N.º22.
- Nordregio et al. (2003) "The role, specific situation and potentials of urban areas as nodes in a polycentric development". In *ESPON 1.1.1., 3rd Interim Report*, August, Stockholm. Disponível em [www.espon.eu](http://www.espon.eu) (acedido em Outubro de 2010).
- North, M. (2007) "Agent-based modeling with agent analyst". In *Workshop on Agent-Based Modeling of Complex Spatial Systems*, April 14-16, Santa Barbara.
- North, M., Howe, T., Collier, N., Vos, J. (2005a) "The Repast Symphony development environment". In *Proceedings of the Agent 2005 Conference on Generative Social Processes, Models, and Mechanisms*, October 13-15, Chicago.
- North, M., Howe, T., Collier, N., Vos, J. (2005b) "The Repast Symphony runtime system". In *Proceedings of the Agent 2005 Conference on Generative Social Processes, Models, and Mechanisms*, October 13-15, Chicago.
- Nunes, L. (2005) *Learning from multiple sources in heterogeneous groups of agents*, PhD Thesis, FEUP, Porto.
- Nwana, H. (1996) "Software agents: an overview". In *Knowledge Engineering Review*, Vol.11, N.º3, pp. 1-42.
- O'Leary, J. (2003) "Modelling urban mobility within a dynamic spatial microsimulation model-case study: the MicroSim model". In *Modelling our Future, International*

- Microsimulation Conference on Population Ageing and Health Spatial Microsimulation Technical Workshop*, 8-12<sup>th</sup> December, Canberra.
- O'Sullivan, A. (2009) "Schelling's model revisited: residential sorting with competitive bidding for land". In *Regional Science and Urban Economics*, 39, pp.397-408.
- ODOT - Oregon Department of Transportation (1996) *Transportation and Land Use Model Integration Program: Overview of the First Generation Models*. Disponível em <http://www.state.or.us/tddtpau/modeling.html>. (acedido em Maio 2010).
- Oliveira, R., Lopes, J., Soares, J., Marques, J. (2000) *Levantamento e caracterização de zonas empresariais em Portugal continental*, CEG-IST/CISED, Lisboa.
- Otter, H., Veen, A., Vriend, H. (2001) "ABLOoM: location behaviour, spatial patterns, and agent-based modelling". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 4, N.º4.
- Owen, L., Zhang, Y., Rao, L., McHale, G. (2000) "Traffic flow simulation using CORSIM". In Joines et al. (eds.), *Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference*, Orlando, pp.1143-1147.
- Ozbay, K., Bartin, B. (2004) "Estimation of economic impact of V.M.S. route guidance using micro simulation". In Bekiaris e Nakanishi (eds.), *Economic Impacts of Intelligent Transportation Systems: Innovations and Case Studies, Research in Transportation Economics*, Elsevier, 8, pp.211-238.
- Ozbay, K., Bartin, B., Yanmaz-Tuzel, O., Berechman, J. (2007) "Alternative methods for estimating full marginal costs of highway transportation". In *Transportation Research Part A*, N.º41, pp.768-786.
- Park, S., Sugumaran, V. (2005) "Designing multi-agent systems: a framework and application". In *Expert Systems with Applications* N.º28, pp.259-271.
- Parker, D. (2005) "Integration of geographic information systems and agent-based models of land use: prospects and challenges". In Maguire et al. (eds.), *GIS, Spatial Analysis and Modeling*, Esri Press, Redlands, 19, pp.1-20.
- Parker, D., Filatova, T. (2008) "A conceptual design for a bilateral agent-based land market with heterogeneous economic agents". In *Computers, Environment and Urban Systems*, N.º32, pp.454-463.
- Parker, D., Manson, S., Janssen, M., Hoffmann, M., Deadman, P. (2003) "Multi-agent systems for the simulation of land-use and land-cover change: a review". In *Annals of the Association of American Geographers*, Vol.93, N.º2, pp.314-337.
- Parker, D., Meretsky, V. (2004) "Measuring pattern outcomes in an agent-based model of edge-effect externalities using spatial metrics". In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 101 (2-3), pp.233-250.
- Parker, M. (2001) "What is Ascape and why should you care? In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 4, N.º1.
- Parr, J. (2004) "The polycentric urban region: a closer inspection". In *Regional Studies*, Vol.38.3, pp.231-240.
- Parunak, H., Brueckner, S. (2004) "Engineering swarming systems". In Bergenti et al. (eds.), *Methodologies and Software Engineering for Agent Systems*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, pp.341-375.
- Pellenbarg, P., Wissen, L., Dijk, J. (2002) *Firm relocation state of the art and research prospects*, University of Groningen, Groningen.
- Peng, Y., Finin, T., Labrou, Y., Chu, B., Long, J., Tolone, W., Boughannam, A. (1998) "A multi-agent system for enterprise integration". In *Proceedings of the Third International Conference and Exhibition on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology*, London, April.

- Pereira, I. (2004) *Sistema multi-agente para apoio à negociação em mercados de electricidade* (PhD Thesis). Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Pfaffenbichler, P. (2003) *The strategic, dynamic and integrated urban land use and transport model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator)* (PhD Thesis), Vienna University of Technology, Vienna.
- Pfaffenbichler, P., Emberger, G., Shepherd, S. (2008) "The integrated dynamic land use and transport model MARS". In *Networks and Spatial Economics*, Vol.8 2), pp.183-200.
- PNPOT – Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território (2007) *Relatório do Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território*, Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa.
- Portas, N., Domingues, A., Cabral, J. (2007) *Políticas urbanas, tendências, estratégias e oportunidades*, Fundação Calouste Gulbenkian, 2ª Edição, Lisboa.
- Porter, M. (1990) *The competitive advantage of nations*, Free Press, New York.
- Porter, M. (1994) *Construir as vantagens competitivas de Portugal (Building Portugal's competitive advantages)*, Forum para a Competitividade, Lisboa.
- Porter, M. (1998) "Clusters and the new economics of competition". In *Harvard Business Review*, November-December, pp.77-90.
- Porter, M. (2000) "Location, competition, and economic development: local clusters in a global economy". In *Economic Development Quarterly*, Vol. 14, N.º1, pp.15-34.
- Pratascos, P. (1986a) "An integrated land-use-transportation model for the San Francisco region: Design and mathematical structure". In *Environment and Planning A*, 18 (3), pp.307-322.
- Pratascos, P. (1986b) "An integrated land-use-transportation model for the San Francisco region: empirical estimation and results". In *Environment and Planning A*, 18 (4), pp.511-328.
- Proprius, L., Driffield, N. (2005) "The importance of clusters for spillovers from foreign direct investment and technology sourcing". In *Cambridge Journal of Economics*, N.º30, pp.277–291.
- Putman, S. (1983) *Integrated Urban Models: Policy Analysis of Transportation and Land Use*, Routledge, Oxford.
- Quadrilátero (2008) *Quadrilátero urbano para a competitividade, a inovação e a internacionalização, Programa Estratégico de Cooperação*. Disponível em: <http://www.cm-braga.pt/docs/CMB/Documentos/PECQuadrilatero.pdf> (acedido em Dezembro de 2009).
- Quatenaire (2006) *Plano de Acção para o Ave 2000-2006*, Porto.
- Quijada, A., Arcas, J., Renner, C., Rabelo, L. (2005) "A spatio temporal simulation model for evaluating delinquency and crime policies". In *Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference*, 4-7 December, Orlando.
- Rabino, G., Girotti, A. (2004) "Ontology of multi-agents processes of spatial decision". In *44<sup>th</sup> Congress of the European Regional Science Association*, Porto, 25-29 August.
- Railsback, S., Lytinen, S., Jackson, S. (2006) "Agent-based simulation platforms: review and development recommendations". In *Simulation*, pp.609-623.
- Ramos, R. (2000) *Localização industrial, um modelo espacial para o Noroeste de Portugal*, PhD Thesis, Universidade do Minho, Braga.
- Ramos, R., Mendes, J. (2001) "Avaliação da aptidão do solo para localização industrial: o caso de Valença". In *Engenharia Civil*, N.º10, pp.7-29.
- Ramos, R., Silva, A. (2002) "Oportunidades e desafios de técnicas emergentes para o planeamento urbano: o caso dos modelos de cellula automota". In *VII Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, ESIG 2002*, 13 a 15 de Novembro, Oeiras.

- Ramos, R., Silva, A. (2007) "A spatial analysis approach for the definition of metropolitan regions, the case of Portugal". In *Environment and Planning B: Planning and Design*, n.º 34 (1), London:Pion, pp.171-185.
- Raney, B. (2005) *Learning framework for large-scale multi-agent simulations* (PhD Thesis), Swiss Federal Institute of Technology, Zurich.
- Rao, A. (1996) "AgentSpeak(L): BDI Agents speak out in a logical computable language". In *7th European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World*, January 22-25, Eindhoven.
- Rao, A., Georgeff M. (1998) "Decision procedures of BDI Logics". *Journal of logic and computation*, N.º8(3), pp.293-344.
- Reis, L. (2003) *Coordenação em sistemas multi-agente: aplicações na gestão universitária e futebol robótico* (PhD Thesis), FEUP, Porto.
- Ren, Z., Anumba, C., Ugwu, O. (2003) "The development of a multi-agent system for construction claims negotiation". In *Advances in Engineering Software*, N.º34, pp.683-696.
- Repenning, A. (2000) "AgentSheets: an interactive simulation environment with end-user programmable agents". In *Interaction 2000 Symposium*, February 29-March 1, Tokyo.
- Repenning, A., Ioannidou, A. (2004) "Agent-based end-user development". In *Communications of the ACM*, Vol.47, N.º9, pp.43-46.
- RI - Redlands Institute (2010) *Agent Analyst: agent based modelling extension for ArcGIS*. Disponível em [www.spatial.redlands.edu/redlandsinstitute/projects/agentanalyst/research.aspx](http://www.spatial.redlands.edu/redlandsinstitute/projects/agentanalyst/research.aspx) (acedido em Maio 2010).
- Rixon, A., Moglia, M., Burn, S. (2005) "Bottom-up approaches to building agent-based models: discussing the need for a platform". In *International Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management*, 21-25March, Bourg-St-Maurice.
- Robertson, D. (2005) "Agent-based models to manage the complex". In Richardson K. (ed.) *Managing Organizational Complexity: Philosophy, Theory, and Application*, Age Publishing, 24, pp.417-430.
- Robinson, D., Brown, D. (2009) "Evaluating the effects of land-use development policies on ex-urban forest cover: an integrated agent-based GIS approach". In *International Journal of Geographical Information Science*, Vol.23, N.º9, pp.1211-1232.
- Rossetti, R., Bordini, R., Bazzan, A., Bampi, S., Liu, R., Vliet, D. (2002) "Using BDI agents to improve driver modelling in a commuter scenario". In *Transportation Research Part C*, 10, pp.373-398.
- Rusko, R. (2011) "Exploring the concept of coepetition: a typology for the strategic moves of the Finnish forest industry". In *Industrial Marketing Management*, 40, pp.311-320.
- Saarloos, D., Arentze, T., Borgers, A., Timmermans, H. (2004) "Multi-agent generating alternative plans in local land-use planning". In Van Leeuwen e Timmermans (eds.), *Developments in Design & Decision Support System in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven: Eindhoven University of Technology, pp.95-110.
- Saarloos, D., Arentze, T., Borgers, A., Timmermans, H. (2007) "A multi-agent paradigm as structuring principle for planning support systems". In *Computers, Environment and Urban Systems*, n.º32, pp.29-40.
- Sanders, L. (2006) "Les modèles agent en géographie urbaine". In Amblard F., Phan D. (eds.), *Modélisation Et Simulation Multi-Agents, Applications Pour les Sciences de L'homme et de La Société*, Hermes Science Publications, pp.151-168.
- Sanders, L., Pumain, D., Mathian, H., Guerin-Pace, F., Bura, S. (1997) "SIMPOP: a multiagent system for the study of urbanism". In *Environment and Planning B*, 24, pp.287-305.

- Sawyer, R. (2003) Artificial societies, multiagent systems and the micro-macro link in sociological theory. In *Sociological Methods & Research*, Vol.31, N.º3, pp.325-363.
- Schelling, T. (1971) "Dynamic models of segregation". In *Journal of Mathematical Sociology*, N.º1, pp.143-186.
- Schindegger, F., Tatzberger, G. (2005) "Polycentric development - a new paradigm for cooperation of cities?". In Giffinger, R. (ed.), *Competition Between Cities in Central Europe: Opportunities and Risks of Cooperation*, Road, Bratislava, pp.184-199.
- Schirmer, P., Zöllig, C., Müller, K., Bodenmann, B., Axhausen, K. (2011) "The Zurich case study of URBANSIM". In *51st European Congress of the Regional Science Association*, 21st-25th August, Barcelona.
- Schüle, M., Herrler, R., Klügl, F. (2004) "Coupling GIS and multi-agent simulation - towards infrastructure for realistic simulation". In Carbonell, J., Siekmann, J. (eds.), *Multiagent System Technologies: Second German Conference (MATES, 2004)*, Springer Berlin/Heidelberg, Erfurt, pp.228-242.
- Schumacher, M., Grangier, L., Jurca, R. (2008) "Governing environments for agent-based traffic simulations". In HDBEA (ed.), *Multi-agent Systems and Applications*, 5<sup>th</sup> International Central and Eastern European Conference on Multi-Agent Systems, CEEMAS, Leipzig, pp.163-172.
- Scott, P. (2001) "Industrial estates and British industrial development, 1897-1939". In *Business History*, Vol.43, N.º2, pp.73-98.
- Sekhar, A. (1983) *Industrial location policy - the Indian experience*, The World Bank, Washington.
- Serenko, A., Detlor, B. (2002) *Agent toolkits: a general overview of the market and an assessment of instructor satisfaction with utilizing toolkits in the classroom*, Technical Report 455, McMaster University, Ontario.
- Shoham, Y. (1993) "Agent-oriented programming". In *Artificial Intelligence*, Vol. 60 (1), pp. 51-92.
- Silva, A., Ramos, R., Souza, L., Rodrigues, D., Mendes, J. (2004) *SIG: uma plataforma para a introdução de técnicas emergentes no planeamento urbano, regional e de transportes: uma ferramenta 3D para análise ambiental urbana, avaliação multicritério e redes neurais artificiais*, Câmara Brasileira dos Livros, São Paulo.
- Silva, J. (2009) *Um modelo de avaliação da qualidade de projectos de zonas empresariais* (PhD Thesis), Universidade do Minho, Braga.
- Silva, M., Almeida, A., Silva, S. (2008) *Plano de Acção para a Promoção do Acolhimento Empresarial no Norte de Portugal 2008-2010*, CCDRN, Porto.
- Simmonds, D. (1999) "The design of the DELTA land-use modelling package". In *Environment and Planning B*, 26(5), pp.665-684.
- Singh, A., Vainchtein, D., Weiss, H. (2011) "Limit sets for natural extensions of Schelling's segregation model". In *Commun Nonlinear Sci Numer Simulat*, 16, pp.2822-2831.
- Singhal, S., Kapur, A. (2002) "Industrial estate planning and management in India - an integrated approach towards industrial ecology". In *Journal of Environmental Management*, N.º66, pp.19-29.
- Sloagett, G., Woods, M. (2003) *Critical factors in attracting new business and industry in Oklahoma*, Oklahoma State University. Disponível em <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-1794/AGEC-862web.pdf> (acedido em Julho de 2010).
- Smith, L., Beckman, R., Anson, D., Nagel, K., Williams, M. (1995) "TRANSIMS: TRansportation ANalysis and SIMulation System". In *5<sup>th</sup> National Transportation Planning Methods Applications Conference*, 17-21 April, Seattle.

- Southworth, F. (1995) *A technical review of urban land use transportation models as tools for evaluating vehicle travel reduction strategies*, Report ORNL-6881, Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory.
- Squazzoni, F., Boero, R. (2002) "Economic performance, inter-firm relations and local institutional engineering in a computational prototype of industrial districts". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.5, N.º1.
- Su, C. (2008) "Mobile multi-agent based, distributed information platform (MADIP) for wide-area e-health monitoring". In *Computers in Industry*, N.º59, pp.55–68.
- Su, C., Wu, C. (2011) "JADE implemented mobile multi-agent based, distributed information platform for pervasive health care monitoring". In *Applied Soft Computing*, 11, pp.315-325.
- Sunesson, K., Allwood, C., Paulin, D., Heldal, I., Roupé, M., Johansson, M., Westerdahl, B. (2008) "Virtual reality as a new tool in the city planning process". *Tsinghua Science and Technology*, Vol.13, N.ºS1, pp.255-260.
- Sycara, K., Giampapa, J., Langley, B., Paolucci, M. (2003) "The RETSINA MAS, a case study". In *Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems: Research Issues and Practical Applications*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Vol. LNCS 2603.
- Tabak, V., De Vries, B., Dijkstra, J. (2004) "User behaviour modelling". In Van Leeuwen e Timmermans (eds.), *Developments in Design & Decision Support System in Architecture and Urban Planning*, Eindhoven: Eindhoven University of Technology, pp.141-156.
- Taillandier, P., Vo, D., Amouroux, E. (2012) "GAMA: a simulation platform that integrates geographical information data, agent-based modeling and multi-scale control". In Desai, N., Liu, A., Winikoff, M. (eds.), *Principles and Practise of Multi-Agent Systems*, Springer Heidelberg, London, pp.242-258.
- Tang, H., Wong, T. (2005) "Reactive multi-agent system for assembly cell control". In *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, N.º21, pp.87-98.
- Tatara, E., North, M., Howe, T., Collier, N., Vos, J. (2006) "An introduction to Repast modeling by using a simple predator-prey example". In *Proceedings of the Agent 2006 Conference on Social Agents: Results and Prospects*, September 21–23, Chicago.
- Terna, P. (1998) "Simulation tools for social scientists: building agent based models with Swarm". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol. 1, N.º2.
- Terna, P. (2001) "Creating artificial worlds: a note on Sugarscape and two comments". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.4, N.º2.
- Terna, P. (2003) *The Quest for the Enterprise: JES, a Java Enterprise Simulator*, Working paper N.º041, Torino University.
- Tesfatsion, L. (2002) *Agent-based computational economics: growing economies from the bottom up*, ISU Economics Working Paper N.º1, Iowa State University. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=305080> or doi:10.2139/ssrn.305080 (acedido em Outubro, 2009).
- Tesfatsion, L. (2010) *Repast: a software toolkit for agent-based social science modeling self-study guide for Java-based Repast (RepastJ)*, disponível em <http://econ2.econ.iastate.edu/tesfatsi/repastsg.htm> (acedido em Março de 2010).
- Thiele, J., Grimm, V. (2010) "NetLogo meets R: linking agent-based models with a toolbox for their analysis". In *Environmental Modelling & Software*, 25, pp.972-974.
- Thomas, W., North, M., Macal, C., Peerenboom, J. (2003) "From physics to finances: complex adaptive systems representation of infrastructure interdependencies". In *Naval Surface Warfare Center Technical Digest* (Technical Report), pp.58–67, Naval Surface Warfare Center, Dahlgren.



- Timmermans, H. (2003) "The saga of integrated land use-transport modelling: how many more dreams before we wake up?" In Axhausen, K. (ed.), *Moving Through Nets: the Physical and Social Dimensions of Travel*, Elsevier, Oxford, pp.219-248.
- Tobias R, Hofmann C. (2004) "Evaluation of free Java-libraries for social-scientific agent based simulation". In *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.7, N.º1.
- Torrens, P. (2001) "SprawlSim: modeling sprawling urban growth using automata-based models". In Parker, D. et al. (eds.), *Agent-based models of land-use and land-cover change*, LUCC International Project Office, Louvain-la-Neuve, pp.72-78.
- Torrens, P. (2003) "Cellular automata and multi-agent systems as planning support tools". In Geertman, S. e Stillwell, J. (eds.) *Planning Support Systems in Practise*, Springer-Verlag, London, pp.205-222.
- Torrens, P. (2006) "Geosimulation and its application to urban growth modeling". In Portugali, J. (ed.) *Complex Artificial Environments*, Springer-Verlag, London, pp.119-134.
- Torrens, P., Benenson, I. (2005) "Geographic Automata Systems". In *International Journal of Geographic Information Science*, N.º19(4), pp.385-412.
- Torrens, P., Nara, A. (2007) "Modelling gentrification dynamics: a hybrid approach". In *Computers, Environment and Urban Systems*, 31(3), pp.337-361.
- Tran, Q., Low, G. (2008) "MOBMAS: A methodology for ontology-based multi-agent systems development". In *Information and Software Technology*, N.º50, pp.697-722.
- Udayakumar, M. (2010) *The impact of industrial park on the industrial and economic growth of Tamil Nadu: a study with reference to the industrial parks developed by SIPCOT* (PhD Thesis), Pondicherry University.
- UKDA – United Kingdom Development Agencies (1986) *Industrial estates planning and site development*, Thomas Telford Ltd, 1986.
- UNIDO – United Nations Industrial Development Organization (1997) *Industrial estates principles and practise*. Disponível em: <http://www.unido.org> (acedido em Outubro 2009).
- Uno, K., Kashiyama, K. (2008) "Development of simulation system for the disaster evacuation based on multi-agent model using GIS". In *Tsinghua Science and Technology*, Vol. 13, N.ºS1, pp.348-353.
- Urbani, D., Delhom, M. (2008) "Analyzing knowledge exchanges in hybrid MAS GIS decision support systems, toward a new DSS architecture". In N.T. Nguyen et al. (eds.), *Agent and Multi-Agent Systems: Technologies and Applications*, Springer Berlin/Heidelberg, pp.323-332.
- Valbuena, D., Verburg, P., Bregt, A. (2008) "A method to define a typology for agent-based analysis in regional land-use research". In *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n.º128, pp.27–36.
- Van Oort, F., Burger, M., Raspe, O. (2010) "On the economic foundation of the urban network paradigm: spatial integration, functional integration and economic complementarities within the Dutch Randstad", in *ERIM Report Series Reference N.º ERS-2009-039-ORG*, disponível em <http://ssrn.com/abstract=1434574> (Outubro de 2010).
- Veldhuisen, J., Timmermans, H., Kapoen, L. (2000) "RAMBLAS: a regional planning model based in the micro-simulation of daily activity travel patterns". In *Environment and Planning A*, 32(3), pp.427-443.
- Viegas, J., Martínez, L., Correia, G. (2010) "A simulation procedure for measuring the market potential of shared taxis: an application to the Lisbon Metropolitan Area". In *12th World Conference on Transport Research*, 11-15 July, Lisbon.
- Waddell, P. (2002) "URBANSIM: Modeling Urban Development for Land Use, Transportation, and Environmental Planning". In *Journal of the American Planning Association*, Vol. 68, N.º3, pp.297-314.

- Watkins, A., Hill, R. (2009) "A simulation of business-to-business decision making in a relationship marketing context". In *Industrial Marketing Management*, N.°38, pp.994-1005.
- Wegener, M. (1982) "Modeling urban decline: a multilevel economic-demographic model of the Dortmund region". In *International Regional Science Review*, 7(1), pp.21-41.
- Wegener, M. (1994) "Operational urban models: state of the art". In *Journal of the American Planning Association*, Vol. 60, N.°1, pp.17-29.
- Wegener, M. (2004) "Overview of land use transport models". In Hensher, D. et al. (eds.), *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, Handbooks in Transport, Vol.5, Elsevier, Amsterdam, pp.127-146.
- Wijngaards, N., Overeinder, B., Steen, M., Brazier, F. (2002) "Supporting Internet-scale multi-agent systems". In *Data & Knowledge Engineering*, N.° 41, pp.229-245.
- Wissen, L. (2000) "A micro-simulation model of firms: applications of concepts of the demography of the firm". In *Papers in Regional Science*, 79(2), pp.111-134.
- Witlox, F., Timmermans, H. (2000) "MATISSE: a knowledge-based system for industrial site selection and evaluation". In *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol.24 (1), pp.23-43.
- Wooldridge, M. (2001) "Intelligent agents". In Weiss G. (ed.), *Multiagent Systems, a Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence*, Third printing, Massachusetts Institute of Technology, pp.27-78.
- Wooldridge, M. (2009) *An introduction to multiagent systems*. Second Edition, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Wooldridge, M., Jennings, N. (1995) "Intelligent agents: theory and practice". *The Knowledge Engineering Review*, N.° 10(2), pp.115-152.
- Wu, M., Cao, W., Peng, J., She, J., Chen, X. (2009) "Balanced reactive-deliberative architecture for multi-agent system for simulation league of RoboCup". In *International Journal of Control, Automation, and Systems*, N.°7(6), pp.945-955.
- Xie, Y., Batty, M. and Zhao, K. (2007) "Simulating emergent urban form: desakota in China". In *Annals of the Association of American Geographers*, 97(3), pp.477-495.
- Xu, D., Zheng, G., Fan, X. (1998) "A logic based language for networked agents". In *Information and Software Technology*, N.°40, pp.435-442.
- Yang, Q., Koutsopoulos, H. (1996) "A microscopic traffic simulator for evaluation of dynamic traffic management systems". In *Transportation Research C*, Vol.4, N.°3, pp.113-129.
- Yarom, I., Rosenschein, J., Goldman, C. (2003) "The role of middle agents in electronic commerce". In *IEEE Intelligent Systems – Special issue on Agents and Markets*, 18(6), pp.15-21.
- Yu, C., MacEachren, A., Peuquet, D., Yarnal, B. (2009) "Integrating scientific modeling and supporting dynamic hazard management with a GeoAgent-based representation of human-environment interactions: a drought example in Central Pennsylvania, USA". In *Environmental Modelling & Software*, N.°24, pp.1501-1512.
- Zaki, M., Sobh, T. (2004) "A cooperative agent-based model for active security systems". In *Journal of Network and Computer Applications*, N.°27, pp.201-220.
- Zhang, J. (2004) "Residential segregation in an all-integrationist world". In *Journal of Economic Behavior and Organization*, N.°54, pp.533-550.
- Zhao, F., Chung, S., Shaw, S., Xin, X. (2003) *Modeling the interactions between land use and transportation investments using spatiotemporal analysis tools*, Lehman Center for Transportation Research, Miami.
- Ziervogel, G., Bithell, M., Washington, R., Downing, T. (2005) "Agent-based social simulation: a method for assessing the impact of seasonal climate forecast applications among smallholder farmers". In *Agricultural Systems*, N.°83, pp.1-26.

## ANEXOS



### Inquérito aos municípios no âmbito do estudo:

*Um modelo baseado em agentes para simular políticas de ordenamento de áreas de acolhimento empresarial: o caso da rede do Quadrilátero Urbano*

#### Objetivo do inquérito:

O presente inquérito destina-se a recolher informações que permitam fazer uma caracterização das áreas de acolhimento empresarial localizadas nos quatro municípios do Quadrilátero Urbano. O estudo enquadra-se numa tese de doutoramento que está a ser desenvolvida na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. O objetivo do trabalho consiste em analisar o impacto que determinadas políticas poderão ter na atratividade das áreas de acolhimento empresarial do Quadrilátero.

|                                  |  | AAE 1 | AAE 2 | AAE 3 |
|----------------------------------|--|-------|-------|-------|
| Características gerais das AAE's | Identificação/designação da AAE                        |       |       |       |
|                                  | Localização  |       |       |       |
|                                  | Município  |       |       |       |
|                                  | Promotor   |       |       |       |
|                                  | Modelo de gestão                                       |       |       |       |
|                                  | Atividades permitidas                                  |       |       |       |
|                                  | Entrada em funcionamento                               |       |       |       |
|                                  | Conservação dos edifícios                              |       |       |       |
|                                  | Conservação dos espaços públicos                       |       |       |       |
|                                  | Área global (m <sup>2</sup> )                          |       |       |       |
|                                  | Área de implantação (m <sup>2</sup> )                  |       |       |       |
|                                  | Área de implantação disponível (m <sup>2</sup> )       |       |       |       |
|                                  | Área dos espaços verdes/equipamentos (m <sup>2</sup> ) |       |       |       |
|                                  | Número total de pavilhões/lotes                        |       |       |       |
|                                  | Número de lotes/pavilhões vazios                       |       |       |       |
|                                  | Área média dos lotes (m <sup>2</sup> )                 |       |       |       |
|                                  | Área do maior lote (m <sup>2</sup> )                   |       |       |       |
|                                  | Área do menor lote (m <sup>2</sup> )                   |       |       |       |
| Número total de empresas         |  |       |       |       |
| Preço (€/m <sup>2</sup> )        |  |       |       |       |
| Infraestruturas                  | Rede viária interna                                    |       |       |       |
|                                  | Rede de abastecimento de água                          |       |       |       |
|                                  | Rede de águas residuais                                |       |       |       |
|                                  | ETAR   |       |       |       |
|                                  | Ecoponto   |       |       |       |
|                                  | Ecocentro  |       |       |       |
|                                  | Rede elétrica média tensão                             |       |       |       |
|                                  | Rede elétrica alta tensão                              |       |       |       |
|                                  | Rede de gás natural                                    |       |       |       |
|                                  | Rede de telecomunicações                               |       |       |       |
|                                  | Rede de fibra ótica                                    |       |       |       |
|                                  | Lugares de estacionamento                              |       |       |       |

|                 |  |  |  |  |
|-----------------|--|--|--|--|
|                 | Instalações/equipamentos desportivos     |  |  |  |
|                 | Rede de rega                             |  |  |  |
|                 | Iluminação pública                       |  |  |  |
|                 | Rede de bocas de incêndio                |  |  |  |
|                 | Outras Infraestruturas                   |  |  |  |
| Serviços        | Serviço limpeza                          |  |  |  |
|                 | Recolha de resíduos                      |  |  |  |
|                 | Transportes públicos                     |  |  |  |
|                 | Posto de combustível                     |  |  |  |
|                 | Estação de serviço                       |  |  |  |
|                 | Serviço de manutenção de infraestruturas |  |  |  |
|                 | Serviço de segurança                     |  |  |  |
|                 | Associação de empresários                |  |  |  |
|                 | Café                                     |  |  |  |
|                 | Restaurante                              |  |  |  |
|                 | Banco                                    |  |  |  |
|                 | Correios                                 |  |  |  |
|                 | Unidades comerciais                      |  |  |  |
|                 | Edifício multiusos                       |  |  |  |
| Outros serviços |  |  |  |  |
| Observações:    |  |  |  |  |

### Inquérito aos empresários no âmbito do estudo:

*Um modelo baseado em agentes para simular políticas de ordenamento de áreas de acolhimento empresarial: o caso da rede do Quadrilátero Urbano*

#### Objetivo do inquérito:

O presente inquérito destina-se a recolher informações sobre o grau de satisfação dos empresários em relação às condições oferecidas pelas áreas de acolhimento empresarial do Quadrilátero, bem como sobre o seu comportamento locativo passado e futuro. O estudo enquadra-se numa tese de doutoramento que está a ser desenvolvida na Escola de Engenharia da Universidade do Minho. O objetivo do trabalho consiste em analisar o impacto que determinadas políticas poderão ter na atratividade das áreas de acolhimento empresarial.

Respondente

|  |
|--|
|  |
|--|

#### 1. Empresa

|   |  |
|---|--|
| 1.1.Designação                                    |  |
| 1.2.Localização/AAE                               |  |
| 1.3.Setor de atividade                            |  |
| 1.4.Número de trabalhadores                       |  |
| 1.5. Situação condominial (edif próprio/arendado) |  |
| 1.6.Início de atividade no local                  |  |
| 1.7.É a primeira localização?                     |  |
| 1.8.Se não, localização anterior?                 |  |

#### 2. Motivos que o levaram a instalar-se na AAE:

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1.Localização geográfica da AAE   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.2.Existência de espaço infraestruturado   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.3.Custo do solo/valor da renda  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.4.Acessibilidades   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.5.Área disponível para implantação da empresa                                       | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.6.Proximidade a matérias-primas/recursos utilizados na produção                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.7.Proximidade ao mercado consumidor final   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.8.Proximidade a fornecedores  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.9. Proximidade a outras empresas importantes na cadeia de produção                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.10. Motivos pessoais (proximidade à residência, motivos familiares, pessoais, etc.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.11.Outros (quais?)  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

#### 3. Grau de satisfação em relação às atuais condições oferecidas pela AAE:

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1.Adequação dos lotes/edifícios (dimensão, acessos internos, etc.)              | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.2.Custo/valor da renda  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.3.Qualidade e adequação das infraestruturas (água, resíduos, energia, telecom.) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.4.Qualidade/diversidade dos serviços/amenidades existentes                      | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.5.Manutenção do espaço público (arruamentos, iluminação, sinalização, etc.)     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.6.Capacidade de resposta da entidade promotora/gestora                          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.7.Acessibilidades (EN's, autoestradas e ferrovia)                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.8.Cobertura da AAE por transportes públicos                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.9.Facilidades para circulação, cargas e descargas de veículos pesados           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.10.Ambiente de trabalho com as restantes empresas instaladas                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.11.Condições de segurança   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3.12.Outros (quais?)  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

4. Identificação dos principais pontos fortes e fracos da AAE (por ordem de importância):

| 4.1.Pontos fortes | 4.2.Pontos fracos |
|-------------------|-------------------|
| 4.1.1.            | 4.2.1.            |
| 4.1.2.            | 4.2.2.            |
| 4.1.3.            | 4.2.3.            |

5. Nota a existência de relacionamentos da AAE com outras localizadas nas proximidades?

|                |         |
|----------------|---------|
| 5.1.Sim        | 5.2.Não |
| Se sim, quais? |         |

6. A sua empresa tem relacionamentos com empresas localizadas noutras AAE's?

|                |         |
|----------------|---------|
| 6.1.Sim        | 6.2.Não |
| Se sim, quais? |         |

7. A AAE tem algum modelo de eficiência coletiva (gestão comum)?

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| 7.1.Sim               | 7.2.Não |
| Se sim, indique qual? |         |

8. Como avalia a gestão (territorial, de manutenção) que o município faz da AAE?

|                                    |   |   |   |   |   |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 8.1.Apreciação da gestão municipal | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|

9. Como avalia a qualidade geral da AAE em que está localizado?

|                            |   |   |   |   |   |
|----------------------------|---|---|---|---|---|
| 9.1.Qualidade geral da AAE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|---|---|---|---|---|

10. Pondera deslocalizar a empresa para outra AAE?

|          |                                   |
|----------|-----------------------------------|
| 10.1.Sim | 10.2.Não (passar para Questão 14) |
|----------|-----------------------------------|

11. Se sim, tenciona deslocalizar-se para uma AAE no:

|                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 11.1.Mesmo município                 | 11.2.Outro município do Quadrilátero |
| 11.3.Outro município da região Norte | 11.4.Outro município de Portugal     |
| 11.5.Estrangeiro                     |                                      |

12. Motivos que estão na origem da deslocalização:

|  |  |
|--|--|
| 12.1.Falta de área disponível para expansão                  |  |
| 12.2.Valor elevado da renda                                  |  |
| 12.3.Aquisição do próprio espaço                             |  |
| 12.4.Inadequação das infraestruturas                         |  |
| 12.5.Inadequação dos serviços/amenidades                     |  |
| 12.6.Falta de manutenção/degradação da AAE                   |  |
| 12.7. Má acessibilidade                                      |  |
| 12.8. Deficiente localização                                 |  |
| 12.9.Falta de visibilidade da AAE                            |  |
| 12.10. Restrições legais associadas ao projeto do loteamento |  |
| 12.11.Outro (qual?)  |  |

13. Motivos da escolha de uma AAE localizada num município diferente:

|       |
|-------|
| 13.1. |
| 13.2. |
| 13.3. |

14. Outras considerações sobre a melhoria das condições de acolhimento na AAE

Obrigado pela sua colaboração!



### Painel de empresários inquiridos

| <b>Empresa</b>  | <b>Município</b> | <b>AAE</b>          | <b>CAE</b> |
|---|------------------|---------------------|------------|
| Barcelbordados - Gabinete Técnico de Filmes e Bordados, Lda   | Barcelos         | Vila Boa            | 13993      |
| Barcelgráfica-Tipografia e Litografia, Lda                    | Barcelos         | Tamel São Veríssimo | 18120      |
| Coutrapos - Confecções Lda                                    | Barcelos         | Vila Boa            | 14131      |
| Estamparia Lisicar Lda  | Barcelos         | Várzea              | 13302      |
| EugeniTêxtil-Artigos de Vestuário Lda                         | Barcelos         | Vila .F.São Pedro   | 14390      |
| Fábrica Barcelence Têxteis                                    | Barcelos         | Tamel São Veríssimo | 14131      |
| Farigrama-Indústria Granitos e Mármore Lda                    | Barcelos         | Pousa               | 23701      |
| Liconfe - Linhas Industriais Lda                              | Barcelos         | Vila .F.São Pedro   | 13104      |
| Map Texports Lda  | Barcelos         | Mariz               | 14131      |
| Paragon Lda   | Barcelos         | Lijó                | 14131      |
| Pedart - Fábrica de Peugas Lda                                | Barcelos         | Várzea              | 14310      |
| Alpstone, Lda   | Braga            | Frossos/Feital      | 23701      |
| António Marques Rodrigues, Lda                                | Braga            | Pintancinhos        | 24440      |
| Bramolde, Lda   | Braga            | Adaúfe              | 25120      |
| Braquinagem - Corte e Quinagem de Chapa, Lda                  | Braga            | Tibães              | 25992      |
| CCM Mármore e Granitos Lda                                    | Braga            | Pintancinhos        | 23701      |
| Dava Lda  | Braga            | Sequeira            | 28140      |
| F P S-Fábrica Portuguesa de Segmentos Lda                     | Braga            | Sobreposta          | 28110      |
| F. Ramada Aços e Indústrias, Sa                               | Braga            | Celeirós            | 25110      |
| F.D.G. - Fiação Da Graça, Sa                                  | Braga            | Padim da Graça      | 13102      |
| Granicel, Mármore e Granitos                                  | Braga            | Celeirós            | 23701      |
| João Silva Gomes - Serralharia Civil Lda                      | Braga            | Frossos/Feital      | 25120      |
| José das Neves Queirós & Filhos Lda                           | Braga            | Lomar/Ferreiros     | 27510      |
| Latino-Confecções Lda   | Braga            | Adaúfe              | 14120      |
| Metalurgia Augusto Ferreira Lda                               | Braga            | Adaúfe              | 28140      |
| Móveis Pinto Barbosa Lda                                      | Braga            | Celeirós            | 31091      |
| Panibral-Padarias Reunidas de Braga Lda                       | Braga            | Sete Fontes         | 10711      |
| S. I. C. I. 93 – Soc. de Invest. Comerciais e Industriais, Sa | Braga            | Gondizalves         | 14131      |
| Sanibraga-Indústria Metalúrgica Lda                           | Braga            | Celeirós            | 25992      |
| Stokvis Celix Portugal Unipessoal Lda                         | Braga            | Sequeira            | 22292      |
| Stratipol-Indústria e Comércio de Compósitos Lda              | Braga            | Celeirós            | 22292      |
| Sulnor-Indústria Metalomecânica Lda                           | Braga            | Pintancinhos        | 24530      |
| Toldotempo - Indústria e Comércio de Toldos Lda               | Braga            | Sequeira            | 13920      |
| Torneiras Roriz, Sa   | Braga            | Adaúfe              | 28140      |
| Arpaferro, Arame Para Ferro Armado, Lda                       | Guimarães        | Chão da Mata        | 25931      |
| Bola D'Algodão - Tradição Têxtil, Lda                         | Guimarães        | Quinta Lameirinho   | 13920      |
| Britoplas - Plásticos, Unipessoal Lda                         | Guimarães        | Brito Ponte Nova    | 22292      |
| Carribel-Indústria de Calçado Lda                             | Guimarães        | Antemil             | 15201      |
| Cityrobot - Confecções Lda                                    | Guimarães        | Avepark             | 14131      |
| Copa da Linha - Indústria de Confecção Unipessoal Lda         | Guimarães        | Devesa/Cruzeiro     | 14131      |
| Cutelarias Cristema, Lda                                      | Guimarães        | Sande               | 25710      |
| Embalcut - Indústria de Embalagens Para Cutelarias Lda        | Guimarães        | Chão da Mata        | 17212      |
| Empresa Nacional de Malhas Lda                                | Guimarães        | Linhares            | 14131      |
| Fábrica de Etiquetas Silva - Sociedade Unipessoal Lda         | Guimarães        | Mide                | 13962      |

|  |              |                      |       |
|--|--------------|----------------------|-------|
| Guimarpeixe - Comércio de Produtos Alimentares Lda         | Guimarães    | Gondar               | 10202 |
| Halfnet- Têxteis Unipessoal Lda                            | Guimarães    | Ronfe                | 14131 |
| Irmãos Costa & Silva Têxteis Lda                           | Guimarães    | Monte Largo          | 14131 |
| J. A. M. Fernandes & Irmão Lda                             | Guimarães    | Boavista             | 15201 |
| J.J.Jordão Lda   | Guimarães    | São João da Ponte    | 28250 |
| Olga, Ferreira & Martins Lda                               | Guimarães    | Quinta Lameirinho    | 13920 |
| Oliveira & Carvalho Embalagens Lda                         | Guimarães    | Sande                | 22292 |
| Pinto Brasil - Fábrica de Máquinas Industriais, Sa         | Guimarães    | São João da Ponte    | 28293 |
| Poltex - Neves Pereira & Silva Lda                         | Guimarães    | Brito Ponte Nova     | 14131 |
| R.C.-Etiquetas Lda   | Guimarães    | Monte da Carreira    | 18120 |
| Serralharia do Souto Lda                                   | Guimarães    | Santa Maria de Souto | 25110 |
| Sotegui - Sociedade Têxtil de Guimarães Lda                | Guimarães    | Sezim                | 13203 |
| Tarefa Feita Corte Têxtil Unipessoal Lda                   | Guimarães    | Monte da Carreira    | 14131 |
| Tictel - Confecções, Sa                                    | Guimarães    | São João da Ponte    | 14131 |
| TMR Confecções Unipessoal Lda                              | Guimarães    | Monte São Pedro      | 14131 |
| Topsville - Malhas e Confecções Lda                        | Guimarães    | Paço                 | 14131 |
| Tricolor Estamparia Lda                                    | Guimarães    | Pardelhas            | 13302 |
| Armando Ferreira & Filhos, Lda                             | VN Famalicão | Peneda               | 13105 |
| Cuncortave - Fabrico de Cunhos e Cortantes, Lda            | VN Famalicão | VCambas/Lousado      | 25732 |
| Furnor - Indústria Transformadora de Vidro Lda             | VN Famalicão | Requião              | 25991 |
| HTH - Representações Têxteis Lda                           | VN Famalicão | Esmeriz/Cabeçudos    | 14131 |
| Mármore e Granitos de Ribeirão, Lda                        | VN Famalicão | Ribeirão/Sam         | 23701 |
| Mendes & Mendes Lda  | VN Famalicão | VCambas/Lousado      | 13302 |
| Minhoteira - Componentes Para Fogões Lda                   | VN Famalicão | Jesufrei             | 27520 |
| Mosqua - Importação e Exportação Têxtil Lda                | VN Famalicão | VCambas/Lousado      | 14131 |
| PincolTêxteis - Confecções Lda                             | VN Famalicão | Cavalões             | 14131 |
| Pórtico, Serralharia Civil e Artística Lda                 | VN Famalicão | Esmeriz/Cabeçudos    | 25120 |
| Recimanos Lda  | VN Famalicão | Ribeirão/Sam         | 25620 |
| Serralharia José Matos                                     | VN Famalicão | Mouquim/Gavião       | 25110 |
| Soares & Lima Lda  | VN Famalicão | Antas/Esmeriz        | 14131 |
| Sociedade Têxtil Mosteiro do Ave Lda                       | VN Famalicão | Carreira             | 13910 |
| Tipografia Ribeiro & Santos Lda                            | VN Famalicão | Cal                  | 18120 |
| Tribérica, Unipessoal Lda                                  | VN Famalicão | VCambas/Lousado      | 10130 |
| Ventasel-Ventilações e Aspiraões, Serralharia Mecânica Lda | VN Famalicão | Ribeirão/Sam         | 28250 |