

# **Um Modelo Baseado em Agentes para Simular Políticas de Ordenamento de Áreas de Acolhimento Empresarial**

## **An Agent-Based Model to Simulate Planning Policies Addressed to Industrial Estates**

**Fernando Pereira da Fonseca**

ffonseka@gmail.com

DEC – Universidade do Minho, Campus de Gualtar

**Rui António Rodrigues Ramos**

rui.ramos@civil.uminho.pt

DEC – Universidade do Minho, Campus de Gualtar

**Antônio Néelson Rodrigues da Silva**

anelson@sc.usp.br

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil

### **Resumo/Abstract**

O objetivo do artigo é o de apresentar as principais etapas de um estudo de ordenamento de áreas de acolhimento empresarial. O estudo baseou-se num modelo baseado em agentes, que utilizou as empresas da indústria transformadora como agentes que testaram a atratividade das áreas de acolhimento empresarial localizadas no Quadrilátero, designação dada à rede formada pelos municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. Na simulação foram considerados três cenários e quatro hipóteses, através dos quais se procurou testar o impacto que diferentes políticas podem ter na atratividade das áreas de acolhimento empresarial. As políticas simuladas diferem no tipo de intervenção proposta e no grau de cooperação municipal com que são implementadas.

Os resultados demonstram que a qualificação concertada das áreas de acolhimento empresarial é a política mais eficaz. Foi neste cenário que se obteve o maior número de áreas de acolhimento atrativas, que mais empresas se deslocalizaram e que um maior número de lotes vagos foi ocupado. Por outro lado, as políticas simuladas provocaram impactos diferenciados à escala dos municípios, refletindo as diferentes condições locativas dos parques. A simulação revelou ainda que a política de promoção de áreas dispersas e com baixos níveis de qualificação é ineficiente na atração de empre-

The goal of this paper is to present the main steps undertaken in a study focused on the industrial estates planning. The study was based on an agent-based model, using the firms as agents that assess the industrial estates' attractiveness located in the Quadrilátero, designation given to the network composed by the municipalities of Barcelos, Braga, Guimarães and Vila Nova de Famalicão. The simulation was based on three scenarios and four hypotheses, which were used to assess the impact that different policies can have in the industrial estates' attractiveness. The policies simulated are distinguished by the type of intervention proposed and by the level of local coordination involved in the implementation process.

Results show that coordinated qualification of the industrial estates is the most efficient policy. It was in this scenario that more industrial estates became attractive, more firms were relocated and more vacant plots were occupied. On the other hand, the simulated policies have produced different impacts at the municipal scale, reflecting the different locative conditions experienced by the estates. The simulation also showed that the promotion of diffused and unqualified industrial estates is an inefficient policy to attract firms. This conclusion highlights the fact that municipal policies addressed to the industrial estates in the last decades are not

sas. Esta conclusão põe em causa as políticas municipais definidas para as áreas de acolhimento empresarial ao longo das últimas décadas.

*Palavras-chave:* Áreas de acolhimento empresarial, Modelos baseados em agentes, Quadrilátero

*Código JEL:* O25, O98, L98

absent of criticism.

*Keywords:* Industrial estates; Agent-based models, Quadrilátero

*JEL Codes:* O25, O98, L98

## 1. INTRODUÇÃO

A localização empresarial é um tópico cujo interesse não é novo. Nos modelos neoclássicos, onde se inclui o de Alfred Webber de 1909, procuravam-se já fazer previsões sobre a distribuição espacial das empresas a partir do princípio da maximização do lucro num espaço isotrópico (Manzato et al., 2010). Em meados do século XX, as conceções neoclássicas foram substituídas pelas abordagens comportamentais, onde o problema da localização industrial passou a incorporar componentes individuais (preferências e motivações pessoais). Mais recentemente, a localização empresarial passou a ser explicada como sendo o resultando de um processo iterativo de negociação mantido entre o empresário e várias entidades territoriais (Fernández e Ruiz, 2009; Mazzarol et al., 2009). Segundo esta corrente, a localização recai sobre a opção que oferece condições mais vantajosas para a empresa.

Com o objetivo de disponibilizar condições adequadas à atividade das empresas, divulgou-se a prática de promover áreas de acolhimento empresarial (AAE). Estes espaços são planeados e infraestruturados para facilitar a instalação de empresas e podem incluir diversos serviços e estruturas de gestão. Na literatura, muitos estudos centram-se no surgimento e na evolução do conceito de AAE (Scott, 2001; Chun, 2004), das várias tipologias que surgiram ao longo do tempo (Silva et al., 2008; Silva, 2009) e dos objetivos das políticas promotoras destes espaços (Scott, 2001; Chun, 2004; Altes e Tambach, 2008; Krabben e Buitelaar, 2011; Udayakumar, 2010). Os estudos relativos ao ordenamento e planeamento das AAE são mais escassos (Mazzarol et al., 2009; Pablo et al., 2013), embora um adequado pla-

neamento seja uma condição fundamental para o sucesso de uma AAE.

Neste contexto, o artigo descreve a construção de um modelo baseado em agentes (MBA), que foi desenvolvido com o objetivo de simular o impacto que determinadas políticas de ordenamento poderão ter no desempenho das AAE localizadas no Quadrilátero, designação dada à rede constituída pelos municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão. As políticas foram simuladas através de três cenários, que diferem entre si no tipo de intervenção simulado (de maior ou menor qualificação) e no grau de coordenação com que são implementadas nas AAE dos quatro municípios. Com o modelo procurou-se ainda validar um conjunto de hipóteses relacionadas com o impacto dessas políticas na capacidade das AAE atraírem empresas. Tanto os cenários como as hipóteses descrevem-se com mais detalhe na Secção 4 do artigo (Metodologia).

O artigo encontra-se organizado em sete Secções. Após a presente introdução, na segunda e terceira Secções faz-se um enquadramento teórico do tema, onde se abordam as questões relacionadas com as AAE e com os modelos baseados em agentes, respetivamente. Na quarta, descreve-se a metodologia utilizada no estudo, a forma como o modelo foi construído, o processo de recolha de dados e a descrição dos cenários e das hipóteses formuladas. Na quinta, apresenta-se o estudo de caso, por meio de um breve enquadramento das condições de acolhimento existentes nos quatro municípios e do tecido empresarial instalado. Na sexta Secção apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos, ao que se seguem, na última Secção, as principais conclusões do estudo.

## 2. ÁREAS DE ACOLHIMENTO EMPRESARIAL: PRINCÍPIOS, OBJETIVOS E POLÍTICAS

As AAE são locais planeados e promovidos para acolher a instalação de empresas. Estes espaços obedecem a um plano que estipula as infraestruturas, as amenidades, os serviços condominiais e outras valências de apoio às empresas. As vantagens oferecidas por estes espaços às empresas colocam-se a vários níveis: na disponibilização de infraestruturas (água, eletricidade, gás, etc.) e de amenidades (integram vários serviços de apoio, como restaurantes, bancos, hotéis, 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 são importantes para estabelecer complementaridades e aceder a novos mercados.

As primeiras AAE surgiram em finais do século XIX em países como o Reino Unido, Alemanha e EUA em resultado da crescente utilização da eletricidade como fonte de energia, que favoreceu a *clusterização* das empresas em áreas específicas (Scott, 2001). As primeiras AAE tiveram uma clara motivação económica, com o objetivo de estimular o crescimento industrial. A criação das AAE inseriu-se também numa lógica de rejeição do modelo desorganizado de crescimento urbano do século XIX, que originou uma acentuada degradação da qualidade de vida por ação da atividade industrial localizada em espaços urbanos. Inspirada em preocupações higienistas e ambientais, a solução encontrada foi a de regulamentar a separação das funções urbanas através de políticas de planeamento adequadas (Altes e Tambach, 2008). Surgiu então a noção de que as áreas residenciais e industriais deviam estar fisicamente separadas. Esta política de implantação dos espaços industriais na periferia das cidades foi ainda favorecida pelo desenvolvimento dos transportes e pela subida do custo do solo no centro das cidades.

Ao longo do tempo, as AAE foram promovidas com diferentes objetivos. No Reino Unido, embora as primeiras AAE tivessem resultado da iniciativa privada, por motivos financeiros, a partir da década de 1930, o Estado criou agências para incentivar a instalação de AAE como forma de encorajar o desenvolvimento económico nesse período (Scott, 2001).

Nos EUA, as AAE foram concebidas como instrumentos de planeamento territorial com o objetivo de descongestionar as cidades e de disponibilizar instalações adequadas para as empresas (Udayakumar, 2010). No Japão, o objetivo de promover AAE foi o de estimular a produtividade das pequenas empresas, encorajando-as a deslocarem-se para estes locais onde poderiam beneficiar dos efeitos de aglomeração (Udayakumar, 2010). Na Itália, a criação de AAE integrou-se numa estratégia governamental de desenvolvimento regional, mediante a criação de parques em larga escala a partir da definição de *areas di sviluppo industriale* (Udayakumar, 2010). Em França, a criação dos *parcs industriels* ficou a dever-se também a políticas públicas, mas numa perspectiva *bottom up*, uma vez que a iniciativa partia das entidades locais, mas a sua autorização dependia do parecer favorável das entidades regionais e centrais. Nos Países Baixos, os municípios foram as entidades responsáveis pela oferta de AAE com o objetivo de facilitar o desenvolvimento económico e o emprego à escala local (Krabben e Buitelaar, 2011). Em Portugal, os primeiros parques industriais surgiram na década de 1970 por ação da Empresa Pública de Parques Industriais. Esta foi responsável pela promoção de seis parques industriais dispersos pelo território nacional, numa lógica de estimular o desenvolvimento regional e de promover a diversificação setorial. A partir da década de 1990, ao abrigo das competências atribuídas em matéria de ordenamento do território, os municípios passaram a ser as entidades responsáveis pelo zonamento e, em muitos casos, pela promoção das AAE (Silva, 2009). Alguns estudos mostram, contudo, que as políticas municipais foram claramente expansionistas, do que resultaram problemas como a oferta excessiva e pouco qualificada de AAE (Silva et al., 2008).

Um planeamento e uma gestão adequada são fundamentais para que uma AAE cumpra os objetivos económicos, territoriais e ambientais subjacentes à sua criação. Ao nível do planeamento, Mazarrol et al. (2009) descrevem as principais etapas que devem ser observadas na instalação de uma AAE. Para além da avaliação das necessidades futuras e das condições atuais da oferta, a localização do espaço é um dos fatores mais críticos. A localização deverá ter em conta diversos fatores críticos como a acessibilidade, as infraestruturas e os serviços existentes nas imediações. Outros

aspectos a ponderar incluem condicionantes legais (restrições de uso do solo ou à edificação), naturais (tipos de solo, declives, etc.) e os custos de instalação. Na identificação das áreas com maior potencial para receber as AAE podem utilizar-se diversas ferramentas de análise espacial. Os sistemas de informação geográfica estão entre as ferramentas mais utilizadas (Ramos e Mendes, 2001), pois permitem identificar espaços a partir de múltiplos critérios territoriais. Ao longo dos últimos anos tem aumentado a utilização de ferramentas mais avançadas, como os autómatos celulares e os MBA. Estas técnicas, apropriadamente designadas de *geosimulação* (Torrens, 2003), permitem fazer simulações espaciais e temporais sobre uma base territorial, a partir da interação de entidades/agentes, que representam a diversidade dos atores do território. Na Secção seguinte faz-se uma síntese da aplicação dos MBA ao nível do ordenamento do território com foco na localização empresarial.

### 3. MODELOS BASEADOS EM AGENTES DE BASE TERRITORIAL E EMPRESARIAL

Um MBA é um modelo computacional que coloca em interação um conjunto diversificado de agentes inseridos num ambiente, através de regras simples e de uma dimensão espacial e temporal discreta (Hare e Deadman, 2004; Crooks, 2010). Os agentes correspondem a entidades computacionais que têm a capacidade de tomar ações autónomas a partir da informação recebida de outros agentes e do ambiente (Gilbert, 2008; Wooldridge, 2009). Os agentes podem representar uma grande diversidade de entidades do mundo real (pessoas, animais, veículos, empresas, etc.). O ambiente corresponde ao mundo virtual onde os agentes estão inseridos, podendo ser abstrato ou representar sistemas reais, como territórios (Gilbert, 2008). A partir da interação entre os agentes, é possível obter-se ilações sobre a evolução de um fenómeno, sobre o impacto de uma medida, sobre a reacção num contexto adverso, etc. Através da alteração das regras comportamentais e de interação, é possível obter-se diferentes simulações para um mesmo fenómeno, o que torna esta ferramenta particularmente robusta na análise de fenómenos sociais e territoriais (Munthali, 2012).

A complexidade dos fenómenos territoriais, que resulta da não-linearidade dos acontecimentos, da emergência de novos fenómenos e da capacidade de auto-organização dos agentes que operam no território, é considerada a principal motivação para a utilização dos MBA no planeamento (Crooks, 2010). Assim, as principais vantagens que decorrem da utilização de MBA no planeamento do território incluem: a representação da heterogeneidade dos atores territoriais, o carácter dinâmico do ponto de vista espacial (movimento dos agentes) e temporal (evolução de um fenómeno ao longo do tempo), a abordagem *bottom up* (as tendências macro resultam das interações individuais) e a identificação de tendências emergentes. Por seu turno, a falta de dados desagregados à escala individual dos fenómenos territoriais a simular e as dificuldades de programação constituem dois dos maiores desafios que os MBA colocam aos planeadores do território.

Não obstante, os MBA são uma ferramenta com ampla utilização no estudo e no planeamento de fenómenos territoriais muito diversificados, como a transformação do uso do solo (Filatova et al., 2009), o crescimento de cidades (Xie et al., 2007), a *gentrificação* (Diappi e Bolchi, 2008), a segregação residencial (O'Sullivan, 2009), a acessibilidade (Campo, 2009), o impacto de políticas urbanas (Miller et al., 2004), entre outros. Nestes modelos, as empresas são uma tipologia de agentes frequentemente utilizada e a localização empresarial um tópico muito abordado. Tal deve-se às implicações económicas, sociais e territoriais das empresas ao nível da geração de emprego, de tráfego, da ocupação do solo, da localização de serviços e de áreas residenciais, do mercado imobiliário, etc. As empresas tanto aparecem nos modelos mais genéricos do uso do solo e dos transportes, como em modelos mais específicos de base empresarial.

Nos modelos mais genéricos, as empresas aparecem como uma de várias categorias de agentes simulados (residentes, promotores imobiliários, governos locais, etc.). Neste caso, a situação mais comum é a de os modelos serem constituídos por um conjunto de módulos interligados, sendo cada um deles responsável pela simulação da respetiva categoria de agentes. Os modelos ILUTE (Miller et al., 2004), ILUMASS (Moeckel et al., 2003) e PUMA (Ettema et al., 2005) constituem três exemplos deste tipo de modelação.

Por seu turno, nos modelos específicos existe um razoável número de aplicações que se distribuem por três tópicos principais: (i) a organização e os relacionamentos entre as empresas; (ii) o ciclo de vida das empresas; (iii) e o comportamento locativo das empresas. No primeiro tópico incluem-se os modelos que visam melhorar a organização interna e os processos produtivos das empresas (Leal, 2009). Nesta categoria englobam-se ainda os modelos que simulam aspetos relacionais entre as empresas (dinâmicas de competição, difusão da inovação, etc.), nomeadamente em territórios de elevada densidade industrial (Fioretti, 2006). O segundo tópico integra os modelos firmográficos. O objetivo destas modelações passa por identificar cenários relativos à evolução do número de empresas num determinado território (nascimento, migração e encerramento) e das suas implicações em termos de emprego, crescimento urbano, mobilidade, etc. Na literatura encontram-se vários modelos destes, como o IMULATE (Maoh e Kanaroglou, 2005), o modelo de Kumar e Kockelman (2008) e de Bodenmann (2011). O terceiro tópico enquadra os modelos desenvolvidos para estudar o comportamento locativo das empresas. Através destas aplicações é possível determinar o local mais adequado para uma empresa em função de vários critérios locativos. Há alguns exemplos destes modelos, como o ABLOoM (Agent-Based LOcation Model), que foi formulado por Otter et al. (2001), e o apresentado por Manzato et al. (2010). Através de um MBA acoplado a um SIG, este último criou uma ferramenta que determina a localização adequada para as empresas, conjugando as necessidades da procura para um conjunto de setores empresariais com as características da oferta em termos de acolhimento empresarial.

#### 4. METODOLOGIA

O modelo que se descreve neste artigo enquadra-se no âmbito dos MBA específicos, utilizando as empresas que vão interagir com as AAE em busca de uma localização mais favorável. A construção deste modelo obedeceu a um conjunto de etapas sequenciais. Assim, a metodologia adotada no estudo será descrita de acordo com a seguinte ordem: (i) objetivos gerais pretendidos com o modelo; (ii) descrição do processo de recolha dos dados; (iii) definição das regras e do modo de funcio-

namento do modelo; (iv) e a descrição dos cenários e das hipóteses que se esperam testar com o modelo.

##### *(i) Objetivos gerais do modelo*

O modelo foi concebido para analisar o impacto de diversas políticas de ordenamento nas AAE a uma escala supramunicipal. Esta escala de análise faz sentido uma vez que as directrizes públicas pugnam pela requalificação e pela articulação destes espaços à escala municipal e supramunicipal. Estas políticas procuram corrigir os desequilíbrios das políticas municipais, que levaram à dispersão de um grande número de AAE pelo território que, normalmente, têm uma reduzida cobertura por infraestruturas e amenidades. As políticas simuladas diferem entre si no grau de coordenação municipal com que são implementadas e no tipo de intervenção proposta. O objetivo é o de demonstrar qual a política de ordenamento mais efectiva para o reforço da atractividade das AAE à escala supramunicipal. A atractividade pode ser entendida como a capacidade das áreas atraírem empresas. As políticas foram simuladas através de três cenários, englobando não apenas as AAE já existentes, como as previstas no futuro, para analisar o seu potencial impacto.

Neste estudo entendeu-se utilizar um MBA fundamentalmente por duas razões. Em primeiro lugar, porque acarreta diversas vantagens quando comparado com outras ferramentas mais convencionais de análise espacial. Num MBA, as empresas e as AAE podem ser representadas à sua escala individual: as empresas na sua heterogeneidade e com as suas próprias preferências locativas; as AAE com as diferentes condições que oferecem às empresas. Deste modo, um MBA permite fazer uma representação das condições existentes no território, colocando em interacção os agentes (empresas e AAE), que tomam as suas decisões locativas sem qualquer intervenção direta. Em segundo lugar, a adoção desta ferramenta permite que tanto os estados, como as regras que definem o comportamento dos agentes e as suas interações sejam facilmente alteradas. Esta flexibilidade facilita a construção de diferentes cenários de simulação. Em conjunto, considerou-se que estas vantagens fariam da modelação baseada em agentes a mais adequada para analisar o fenómeno em causa.

*(ii) Descrição do processo de recolha de dados*

Em relação à recolha de dados, houve a necessidade de recolher informações sobre as AAE e sobre as empresas existentes no território, uma vez que a intenção foi a de construir um modelo espacialmente explícito. Para tal tornou-se, então, necessário recolher dados desagregados ao nível individual tanto das AAE, como das empresas.

No caso das AAE, começou-se por formular um inquérito que foi dirigido aos municípios, com o objetivo de compilar diversas informações sobre estes espaços. O inquérito era constituído por 3 grupos de questões, que recaíram sobre: 20 aspetos gerais das AAE (identificação, localização, área, número total de lotes e de lotes vazios, empresas instaladas, preços, etc.); a cobertura por 16 infraestruturas (rede de água, eletricidade, gás, telecomunicações, etc.); e a cobertura por 14 amenidades nas AAE (recolha de resíduos, segurança, transportes públicos, restaurantes, bancos, etc.). Além disso, englobava questões sobre as estratégias previstas pelos municípios, no que respeita à criação de novos espaços e à ampliação dos existentes. Estes inquéritos, realizados em finais de 2011, revelaram a existência de inúmeras lacunas por desconhecimento dos serviços municipais do que se passa nas AAE. Para suprir este problema, resolveu-se visitar as 79 áreas identificadas para recolher, *in loco*, a informação em falta e confirmar os dados fornecidos pelos municípios.

Aquando do trabalho de campo, realizado em julho e setembro de 2012, optou-se também por realizar um segundo inquérito, neste caso dirigido aos empresários localizados nas AAE. Este inquérito foi realizado com dois propósitos: (i) para compreender a avaliação que os empresários fazem das condições existentes na AAE onde estão instalados; (ii) e para compreender o comportamento locativo passado e as intenções futuras de deslocalização dos empresários para outros espaços. Este segundo ponto foi particularmente importante para calibrar as regras de funcionamento do modelo, dando indicações sobre a proveniência e as características das empresas instaladas nas AAE e as suas intenções futuras de deslocalização. O inquérito foi constituído por 14 questões, distribuídas por três campos principais: (i) motivos que explicaram a sua localização na atual AAE; (ii) classificação das condições

oferecidas pela AAE; (iii) e intenções de deslocalização futura e seus motivos. Para cada questão, os inquiridos avaliaram um conjunto de opções através da escala de Likert, que lhes foi previamente explicada. No total foram realizados 78 inquéritos, valor que corresponde a 9% das empresas localizadas nas AAE. A amostra foi previamente segmentada para que o inquérito refletisse a distribuição de empresas por espaço empresarial, assim como a sua dimensão e o setor de atividade. Através do inquérito foi possível concluir que a deslocalização de empresas é um fenómeno com expressão, uma vez que 64% das empresas estiveram previamente localizadas noutra local, sendo que 92% delas são oriundas de uma localização difusa (fora de uma AAE). A existência de área disponível para a implantação da empresa na AAE, a localização geográfica e as acessibilidades foram os aspetos que mais pesaram na decisão dos empresários se deslocalizarem para as AAE. Além disso, o inquérito demonstrou que a maior parte das empresas que se mudaram para as AAE (78%) são de pequena e de micro dimensão, com um claro predomínio dos setores têxtil, vestuário e metalomecânica. Uma outra conclusão importante obtida com o inquérito é a de que a esmagadora maioria dos empresários (90%) está satisfeita com as condições oferecidas pelas AAE onde estão instalados. Por esse mesmo motivo, apenas uma minoria dos empresários manifestou intenção de se deslocalizar no futuro para outros espaços. Como se descreve no ponto seguinte, as conclusões obtidas com este inquérito foram utilizadas para definir as regras de funcionamento do modelo.

Por último, no que respeita às empresas, constatou-se que também não existiam dados desagregados e georreferenciados. Para contornar este problema, recorreu-se ao Sistema de Contas Integradas das Empresas (INE, 2011), que contém um conjunto de dados ao nível individual das empresas, como a localização, o setor de atividade, a dimensão, o volume de negócios, entre outros. Foram apenas considerados os registos relativos às empresas da indústria transformadora. Com base no registo de localização, procedeu-se à georreferenciação das empresas, utilizando o *software* ArcGIS. Cada empresa foi representada por um ponto, ao qual foram depois adicionados os respectivos atributos. No total foram mapeadas 4722 empresas nos quatro

municípios, que se distinguem por mais de 80% delas estarem localizadas fora das AAE e por serem de pequena ou micro dimensão.

(iii) *Definição das regras e do modo de funcionamento do modelo*

Uma vez concluído o processo de recolha de dados, a etapa seguinte consistiu na definição das regras e do modo de funcionamento do modelo. A definição da atratividade das AAE

segiu as orientações de Bodenmann e Axhausen (2010), baseando-se no nível de infraestruturas, de amenidades, da acessibilidade e do custo do solo. Com base na existência (1) ou na inexistência (0) das diversas infraestruturas e amenidades, foi calculada a respetiva percentagem de cobertura de cada AAE de acordo com o estabelecido no Quadro 1.

**Quadro 1: Procedimentos utilizados na definição da atratividade das AAE**

Infraestruturas	Amenidades	Acessibilidades
$R_{Inf} = \left( \frac{\sum(Inf) \times 100}{16} \right)$	$R_{Ameni} = \left( \frac{\sum(Ameni) \times 100}{14} \right)$	$R_{Access} = \left( \frac{\sum(Access) \times 100}{5} \right)$
$\sum(Inf)$ – Soma dos indicadores 16 – Número de indicadores	$\sum(Ameni)$ – Soma dos indicadores 14 – Número de indicadores	$\sum(Access)$ – Soma dos indicadores 5 – Número de indicadores

Fonte: Adaptado de Fonseca et al., 2014.

A acessibilidade foi calculada tendo em conta as infraestruturas de transportes que condicionam a localização das empresas (Ramos e Mendes, 2001; Fernández e Ruiz, 2009). Na determinação da acessibilidade foram utilizados os critérios propostos por Ramos e Mendes (2001) que, a partir de um inquérito realizado aos empresários da região norte de Portugal, determinaram a distância a que as AAE devem estar localizadas de cinco infraestruturas de

transporte (Quadro 2). Assim e para cada caso, a acessibilidade pode ser considerada excelente se  $D \leq (D_{max} / 2)$ , razoável se  $(D_{max} / 2) < D \leq D_{max}$  ou má se  $D > D_{max}$ . Com base nesta classificação atribuíram-se diferentes pesos a cada AAE (1 = excelente; 0,5 = razoável; 0 = má), a partir dos quais foi estimado o nível de acessibilidade de acordo com a fórmula apresentada no Quadro 1.

**Quadro 2: Critérios utilizados na definição da acessibilidade das AAE**

Distância máx. (km)	Infraestruturas de transportes	Excelente (1)	Razoável (0,5)	Má (0)
3,49	Estrada nacional	$D \leq 1,745$	$1,745 < D \leq 3,490$	$D > 3,490$
27,36	Nó de autoestrada	$D \leq 13,680$	$13,680 < D \leq 27,360$	$D > 27,360$
51,91	Porto marítimo (Leixões)	$D \leq 25,955$	$25,955 < D \leq 51,910$	$D > 51,910$
69,90	Aeroporto (Porto)	$D \leq 34,950$	$34,950 < D \leq 69,900$	$D > 69,900$
20,08	Terminal ferroviário (Tadim/Aveleda)	$D \leq 10,040$	$10,040 < D \leq 20,080$	$D > 20,080$

Fonte: Adaptado de Ramos e Mendes, 2001.

Nos custos foram consideradas diversas variáveis, mas apenas foi incluído o custo do solo, porque se concluiu que os custos salariais e das *utilities* (eletricidade, gás, telecomunicações, água) variavam pouco de município para município. O custo do solo foi a variável mais difícil de determinar, devido à sua variação à escala de cada lote. Considerou-se o preço médio existente no conjunto dos lotes vagos em cada AAE.

Uma vez concluída a definição dos pressupostos da atratividade das AAE, passou-se à definição das regras para o comportamento das

empresas. Com base nas conclusões obtidas no inquérito às empresas, introduziram-se critérios para a deslocalização das empresas relacionados com a sua dimensão, a situação locativa e a distância em relação à AAE. Uma vez que a oferta de AAE está direccionada para pequenas empresas (que são as mais numerosas), estipulou-se que apenas estas seriam deslocalizáveis. Com efeito, há uma menor propensão de grandes empresas se deslocalizaram para locais relativamente próximos, devido aos custos envolvidos. Em relação ao contexto locativo, considerou-se que apenas as empresas

em localização difusa e tendo uma má cobertura por infraestruturas, amenidades e acessibilidades seriam deslocalizáveis. Como se desconhecia a cobertura por infraestruturas e amenidades nos locais onde as empresas difusas estavam instaladas, assumiu-se que as localizadas em áreas rurais e predominantemente rurais tinham uma pior cobertura (0) do que as empresas situadas nas áreas urbanas (1). A distinção entre áreas rurais e urbanas fez-se com base na Tipologia das Áreas Urbanas do INE à escala da subsecção estatística. Por último, limitou-se a distância máxima a que uma empresa se poderia deslocalizar a 20 km. Também neste caso, o inquérito revelou que a maior parte das deslocalizações de empresas têm ocorrido no interior do mesmo município.

Depois de concluir os pressupostos teóricos do modelo, a etapa seguinte foi a de escolher uma plataforma adequada à simulação do fenómeno. Depois de analisar várias alternativas, optou-se pela plataforma Netlogo por três razões principais. Em primeiro, porque o NetLogo tem uma extensão GIS que permite a importação de informação vectorial do ArcGIS e, assim, o desenvolvimento de um ambiente espacialmente explícito. Em segundo, porque não requer conhecimentos muito aprofundados de programação. E em terceiro, por se revelar a plataforma *freeware* mais adequada para a simulação do fenómeno em causa.

Em conformidade com as características do NetLogo, no modelo foram utilizadas duas classes de agentes: as *patches* para representar as AAE e as *turtles* para representar as empresas. As *patches* correspondem às células em que o ambiente do NetLogo está dividido, sendo identificadas por coordenadas. É uma tipologia de agentes ideal para representar entidades territoriais inamovíveis, como parcelas ou edifícios, às quais podem ser adicionados vários atributos para interagir com outras tipologias de agentes. No modelo, cada AAE foi representada por um número variável de *patches*, às quais foi adicionada a informação sobre o nível de atratividade em termos de infraestruturas, amenidades, acessibilidade, custo do solo e número de lotes vagos (capacidade de acolhimento disponível). Por seu turno, cada uma das 4722 empresas foi representada por uma *turtle*. Esta categoria de agentes tem a capacidade de se deslocar sobre o ambiente do NetLogo, criando então as necessárias condições para interagir com as *patches*. A cada *turtle* foram adicionados os atributos

relacionados com a dimensão e com a respetiva condição locativa (acessibilidade e cobertura por infraestruturas e amenidades baseadas no contexto territorial). Tanto os atributos das empresas como das AAE foram importados através da extensão GIS do NetLogo.

No modelo, as *turtles* interagem com as *patches* em busca de uma localização mais favorável numa AAE. A operação só se materializa se o novo local representar um incremento das condições face à localização anterior e se a AAE tiver capacidade disponível e abaixo de um determinado preço médio. O comportamento espacial das *turtles* foi programado para representar as tendências verificadas no território. Assim, considerou-se que apenas as pequenas e micro empresas dispersas, com má (0) cobertura por infraestruturas, amenidades e acessibilidades se podiam deslocalizar para uma AAE situada a menos de 20 km (convertidos em distância em *patches*). No modelo, as empresas não têm preferências pré-definidas por nenhuma AAE nem por nenhum município, podendo deslocar-se para qualquer um deles dentro dos critérios descritos. Tanto as *turtles* como as *patches* são competitivas: as primeiras concorrem entre si para encontrar uma localização adequada numa AAE; as *patches* competem entre si na atração de empresas. No modelo, quando uma empresa se move para uma AAE, é descontado um lote na capacidade de acolhimento, terminando a simulação quando todos os lotes vagos estiverem preenchidos ou quando não existirem mais empresas deslocalizáveis. Dentro dos critérios enunciados, o modelo assume que qualquer empresa pode deslocalizar-se para uma AAE. Admite-se que esta é uma possibilidade teórica que, contudo, não tem em conta as múltiplas dimensões associadas à decisão de mudança de local.

#### (iv) Descrição dos cenários e das hipóteses do modelo

Como já se referiu, o objetivo do modelo foi testar o impacto que algumas políticas de ordenamento poderiam ter no reforço da atratividade das AAE à escala supramunicipal. As políticas foram simuladas de acordo com três cenários que diferem entre si no tipo de ação proposta e no grau de coordenação municipal com que são implementadas. Os cenários simulados foram os seguintes: 1) manutenção de uma política descoordenada ao nível supramunicipal e de baixa qualificação das AAE; 2)

adoção de uma política coordenada de qualificação das AAE por todos os municípios; 3) impacto das estratégias previstas pelos municípios num quadro de baixa qualificação (3a) e de qualificação avançada (3b).

O primeiro cenário corresponde ao ponto de partida, à situação diagnosticada no território, onde cada município promove as suas próprias políticas para o acolhimento empresarial (sem qualquer ordenamento supramunicipal) e onde as AAE exibem baixos níveis de qualificação, sobretudo em termos de amenidades. Os resultados obtidos com este cenário servirão de termo comparativo para avaliar o impacto das restantes políticas. Por seu turno, no cenário 2 simula-se o impacto que a adoção de uma política coordenada de qualificação poderá ter no reforço da atratividade das AAE dos quatro municípios. Com esta simulação procura-se também estimar se a implementação de uma medida destas contribui para melhorar a atratividade de todas as AAE e se contribui ou não para reduzir as disparidades das condições de acolhimento à escala municipal e supramunicipal. Com as simulações descritas para o cenário 3 procurou-se analisar em que condições a oferta prevista pelos municípios será mais efi-

caz para atrair empresas e quais os impactos da entrada em funcionamento desta nova oferta nos espaços existentes.

Os diferentes cenários obtiveram-se através de uma variação do nível de atratividade das AAE (onde as políticas têm um impacto direto), assim como de uma variação dos requisitos locativos das empresas. A política de qualificação pressupõe um incremento das condições oferecidas pelos espaços, não só pela inclusão de algumas infraestruturas e serviços básicos, como também de alguns de natureza mais avançada. Nos casos previstos pelos municípios, assumiu-se também uma melhoria das acessibilidades a algumas AAE.

Em cada cenário simulado, para além de se alterarem os níveis de atratividade das AAE, alteraram-se também os requisitos locativos das empresas. Neste caso, considerou-se que os requisitos locativos teriam que ser superiores a um determinado limiar mínimo, que resulta da pontuação obtida por cada AAE nos quatro parâmetros analisados (Quadro 3). Esta razão explica que, por exemplo, no cenário 2, as empresas tenham requisitos locativos superiores aos do cenário 1.

**Quadro 3: Requisitos locativos mínimos considerados na deslocalização das empresas**

Cenários	Infraestruturas	Amenidades	Acessibilidades	Preço solo
1	≥54,6%	≥19,9%	≥56,8%	<733 €/m <sup>2</sup>
2	≥73,2%	≥42,4%	≥58,9%	
3	3a	≥50,1%	≥18,6%	
	3b	≥61,4%	≥30,1%	
			≥58,2%	

Fonte: Adaptado de Fonseca et al., 2014.

O modelo foi igualmente desenvolvido para validar quatro hipóteses relacionadas com o impacto das políticas no desempenho das AAE e na sua capacidade para resolver os problemas diagnosticados. As hipóteses consideradas foram as seguintes:

1) A coordenação supramunicipal das políticas provoca um aumento da atratividade de todas as AAE. O objetivo foi o de verificar se a adoção desta ação leva a um aumento do número de empresas em todas as AAE dos quatro municípios.

2) A coordenação supramunicipal das políticas conduz a um ritmo de ocupação igual das

AAE nos municípios. Neste caso pretendeu-se verificar se a coordenação das políticas esbate as diferentes condições de atratividade existentes entre os municípios.

3) As políticas de qualificação das AAE provocam um aumento da taxa de ocupação de todos os espaços. Esta hipótese pretende confirmar se uma ação de qualificação melhora a atratividade das AAE, isto é, se contribui para aumentar a taxa de ocupação dos lotes vagos.

4) As políticas de promoção de espaços empresariais desqualificados e dispersos são ineficazes na atração de empresas. Esta hipótese procura verificar se as políticas seguidas

pelos municípios são ou não eficazes na atração de empresas.

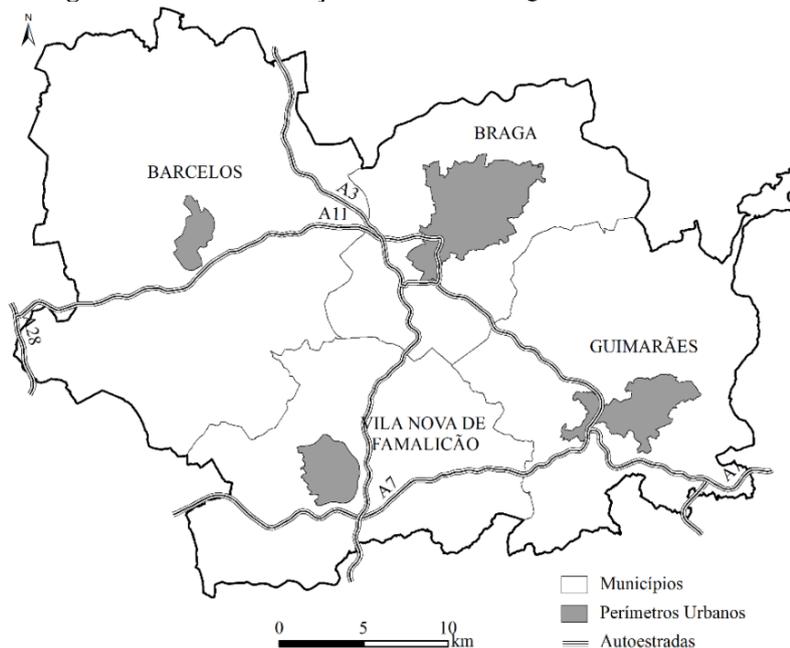
## 5. ESTUDO DE CASO: O QUADRILÁTERO URBANO

O Quadrilátero Urbano é a designação dada à rede constituída pelos municípios de Barcelos, Braga, Guimarães e Vila Nova de Famalicão (Figura 1). A rede visa reforçar a competitividade, a inovação e a internacionalização do território. O projeto territorial, financiado pela política Polis XXI, baseia-se em sete agendas temáticas, estando uma delas vocacionada para o acolhimento e outra para a internacionalização empresarial. Ao abrigo da primeira estão previstas várias ações, como a reestruturação e a reorganização dos espaços empresariais, a adoção de políticas concertadas de qualificação e a definição de um modelo integrado de gestão das AAE (Quadrilátero, 2008).

A construção do modelo descrito neste artigo inspirou-se, em parte, nesta agenda temática do Quadrilátero. Mas, por outro lado, teve em conta o potencial empresarial instalado no território e os problemas de acolhimento empresarial existentes. Com base no inquérito e no levantamento realizado foi possível identificar a existência de 79 AAE no Quadrilátero.

Estas áreas são constituídas por duas tipologias: os loteamentos (51), que correspondem a áreas planeadas de raiz; e por *áreas de concentração de empresas* (28), isto é, espaços que embora não tenham sido planeados, estão atualmente classificados como áreas de uso industrial. As 79 AAE ocupam uma área global de 1440 ha, dos quais 220 ha constituem espaço disponível para a implantação de novos edifícios (áreas de expansão). Guimarães é o município com maior oferta (569 ha) e Barcelos é o que oferece menos área (107 ha). Nas AAE do Quadrilátero foram identificados 2404 lotes, com dimensões muito variáveis. À data do levantamento (2012), 639 desses lotes estavam vagos, sendo que este problema atingia com maior incidência as AAE de Guimarães, onde 36% deles não tinham empresas instaladas. Em relação aos preços verificou-se a existência de uma grande heterogeneidade que resulta de condições objetivas, relacionadas com as características dos espaços e do local, mas também de fatores de índole mais individual, relacionados com as necessidades e com as motivações dos proprietários/promotores dos lotes/pavilhões.

Figura 1: Contextualização territorial do Quadrilátero Urbano



No que respeita à qualificação das AAE, o levantamento abrangeu 16 infraestruturas e 14

serviços. O estudo revelou que as AAE apresentam baixos índices de qualificação. Das

diversas infraestruturas elencadas, há apenas quatro que estão presentes nas 79 AAE (abastecimento de energia elétrica, a rede de telecomunicações, a rede viária e o estacionamento automóvel). As infraestruturas mais avançadas, do ponto de vista tecnológico e ambiental (gás natural, fibra ótica, Estação de Tratamento de Águas Residuais) estão ausentes da maior parte dos espaços. No caso das amenidades, a desqualificação é mais notória, pois nenhuma das 79 AAE é servida pelos 14 serviços considerados. Alguns deles (estação de correios, edifício multiusos ou estação de serviço) nem sequer estão presentes em nenhum espaço. A desqualificação é mais notória nas áreas de concentração de empresas do que nos loteamentos.

A acessibilidade às AAE é globalmente favorável. Em média, os espaços empresariais localizam-se a 1,8 km de uma estrada nacional e a 5,7 km de um nó de uma autoestrada e verificou-se que 14 AAE tem baixos valores nos índices de acessibilidade de acordo com os critérios propostos por Ramos e Mendes (2001). É em Guimarães e Vila Nova de Famalicão que mais espaços se encontram nesta situação, por via da maior dispersão territorial das AAE verificada nestes dois municípios.

As estratégias previstas pelos municípios não sugerem qualquer nível de integração supramunicipal das propostas. Em termos globais, as estratégias previstas pelos municípios apontam para a criação de 5 novas AAE e para a ampliação de 11 já existentes. Estas ações levarão a um aumento de 435 ha na oferta de solo industrial, o que a somar aos 220 ha disponíveis nos espaços já existentes, perfaz uma área muito significativa. Para além de ser questionável se o aumento da oferta faz sentido, nota-se que as estratégias assumidas pelos municípios insistem nos mesmos erros cometidos no passado (aumento da oferta dispersa) e tenderão a agravar alguns problemas já sentidos (dificuldade de qualificação, taxa de subocupação, falta de manutenção dos espaços, etc.).

Em relação às empresas, o Quadrilátero acolhia 4722 indústrias (INE, 2011). A maioria destas empresas estava localizada fora de AAE (82%) e a maior parte delas (93%) eram pequenas ou micro empresas. As indústrias do Quadrilátero eram responsáveis por um volume de negócios de 5495 M€ e por um volume de exportações fixado em 2772 M€ (INE, 2010). Nas AAE estavam localizadas 873

indústrias, que também eram predominantemente micro e pequenas empresas. O número de empresas instaladas em AAE era muito variável (entre 3 e mais de 40), assim como a diferença entre o volume médio de negócios também era assinalável (o volume médio de negócios gerado na AAE da Mabor/Lousado, em Vila Nova de Famalicão, era superior ao volume de negócios gerado nas 11 AAE de Barcelos).

## 6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta Secção apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos com a simulação dos cenários e, ao mesmo tempo, faz-se a validação das hipóteses que foram enunciadas.

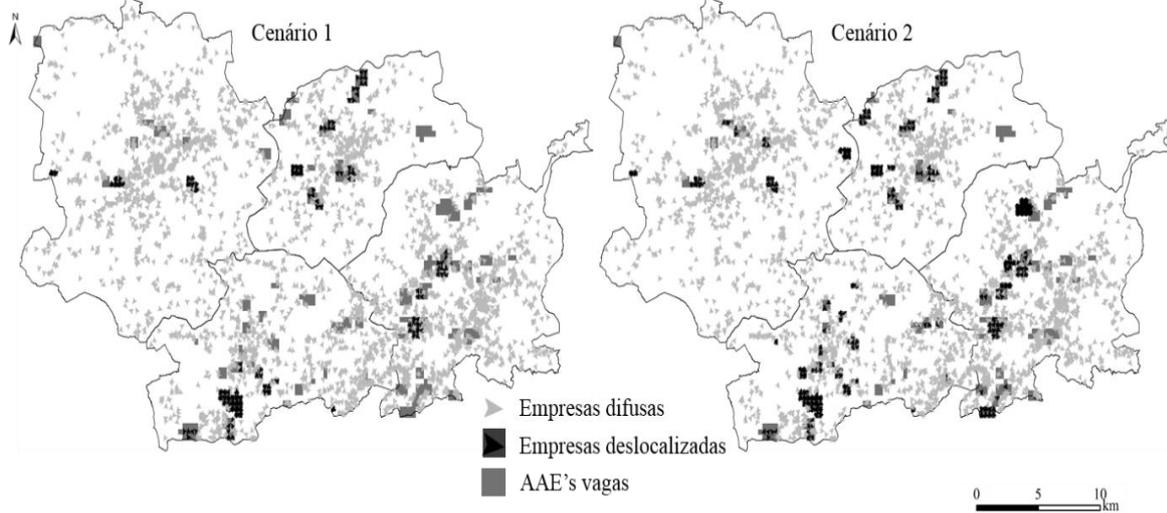
O cenário 1 foi o ponto de partida da simulação, representando a situação atual, caracterizada pela ausência de coordenação supramunicipal de políticas e por um baixo nível de qualificação das AAE. Apesar deste cenário ser aquele em que as empresas assumem uma menor exigência locativa (Quadro 2), verificou-se que a maior parte das AAE se revelaram pouco atrativas (Figura 2 e Quadro 4). Os resultados revelaram que neste cenário se assistiu ao menor número de empresas deslocadas (235), tendo ficado 404 lotes vagos (37% da oferta disponível). Das 79 AAE existentes houve apenas 24 delas que atraíram empresas. Isso ficou a dever-se ao reduzido nível de cobertura por amenidades (19,9% em média), mas também à baixa cobertura por infraestruturas e à má acessibilidade de muitas AAE (ver Quadro 3). Estes problemas resultam das políticas municipais promovidas, que levaram à dispersão de um grande número de pequenas AAE, com baixos níveis de qualificação.

No modelo, o efeito de qualificação das AAE conseguiu-se através de uma valorização das percentagens associadas às infraestruturas, às amenidades e, pontualmente, às acessibilidades. O aumento da percentagem nos vários parâmetros da atratividade resultou da inclusão de várias infraestruturas e de serviços básicos que faltavam em muitas AAE, mas também de algumas valências mais avançadas. Com a melhoria das condições oferecidas, considerou-se que as exigências locativas das empresas eram também maiores, tendo passado para mais do dobro no caso das amenidades (Qua-

dro 3). Por seu turno, o efeito de coordenação conseguiu-se através da implementação simultânea da mesma medida nos quatro municípios.

O impacto da qualificação foi testado nos cenários 2 (AAE existentes) e 3b (AAE previs-

**Figura 2: Resultados da simulação na plataforma Netlogo dos cenários 1 e 2**

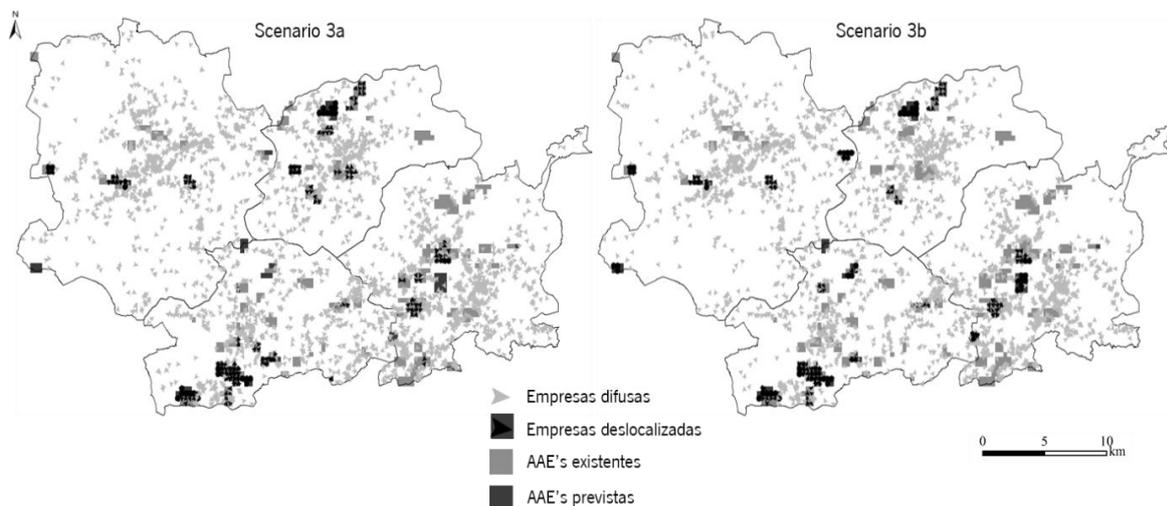


Fonte: Fonseca, 2013

tas). Os resultados mostram que a (re)qualificação tem um impacto positivo na capacidade das AAE atraírem empresas. No caso das AAE existentes, a comparação dos resultados obtidos nos cenários 1 e 2 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 (Figura 3 e Quadro 4). Em relação às AAE previstas, a comparação dos cenários 3a e 3b mostra que a estratégia mais eficiente é a de disponibilizar AAE qualificadas (Figura 3 e Quadro 4). A promoção de espaços qualifica-

dos 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. Porém, os resultados apenas validaram parcialmente a hipótese 3. As políticas de qualificação provocam um aumento da taxa de ocupação das AAE, mas não de todas elas. Com efeito, nos cenários 2 e 3b muitos espaços não se revelaram atrativos para as empresas depois de qualificados. Isso está associado a debilidades estruturais relacionadas com a localização dessas AAE,

**Figura 3: Resultados da simulação na plataforma Netlogo dos cenários 3a e 3b**



Fonte: Fonseca, 2013

nomeadamente em termos de má acessibilidade.

A simulação dos cenários demonstrou também que a coordenação das políticas pode ser mais eficiente no desempenho locativo das AAE do que se os municípios prosseguirem com iniciativas individuais. Tanto no caso das AAE existentes, como no caso das previstas, a coordenação das políticas salda-se por um maior número de espaços atrativos (exceto no cenário 3b), por um menor número de lotes vagos e por um maior número de empresas deslocalizadas (+291 no caso das AAE existentes e +223 no caso das previstas). A redução verificada no caso do número de espaços atrativos no cenário 3b deve-se ao facto de alguns espaços existentes perderem atratividade quando entram em funcionamento, nas suas proximidades, AAE mais competitivas. Os benefí-

cios descritos foram extensivos a todos os municípios, sendo mais notórios naqueles onde o índice de acessibilidade é mais favorável (Vila Nova de Famalicão). Os resultados comprovam que uma ação coordenada tem um impacto positivo na atratividade das AAE 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, mas não de todas elas. Por outro lado, os resultados não validaram a hipótese 2, pois a coordenação das políticas não conduz a um ritmo de ocupação igual das AAE dos quatro municípios, pois os municípios têm AAE com condições locativas muito desiguais.

**Quadro 4: Principais resultados obtidos com a simulação dos cenários**

Indicadores	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	
			3a	3b
Nº de AAE atrativas	24	50	33	30
Nº de lotes não ocupados	404	113	723	500
Nº de empresas deslocalizáveis	258	1145	1145	1145
Nº de empresas deslocalizadas	235	526	694	917

Fonte: Fonseca, 2013

Os resultados permitiram então concluir que a implementação de uma política coordenada de qualificação provoca impactos positivos, mas diferenciados à escala das AAE e dos próprios municípios. A simulação do cenário 3b indica que a nova oferta só fará sentido se for baseada numa política de promoção de espaços qualificados. Porém, a entrada em funcionamento de nova oferta qualificada poderá levar a uma perda de competitividade dos espaços já existentes, que deverão ser devidamente enquadrados nessa política de qualificação. Por outro lado, a simulação do cenário 2 demonstrou que 29 AAE 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. Aliado a uma má localização, isso leva a que alguns deles mantenham uma posição secundária na oferta existente no território. As AAE que apresentam condições minimamente satisfatórias tornam-se atrativas com as ações de requalificação; as mais carenciadas revelam-

-se repulsivas mesmo depois de requalificadas. Nas simulações realizadas, os municípios que apresentam AAE 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 e das dificuldades e dos maiores custos que a revitalização destes espaços pode acarretar. Deste modo, os resultados obtidos validam a hipótese 4, ou seja, a promoção de AAE dispersas e desqualificadas é uma política ineficiente na atração de empresas. A validação desta hipótese vem, pois, colocar em causa as políticas individualistas e *expansionistas* seguidas pelos municípios. E apela à necessidade de se adotar um paradigma mais baseado na qualidade em detrimento da quantidade, que privilegie a articulação e o funcionamento em rede, ao invés de valorizar as iniciativas individuais, dispersas e fragmentadas, de reduzida lógica territorial, económica e ambiental.

## 7. CONCLUSÕES

As AAE são espaços que seguem objetivos de natureza económica, territorial e ambiental. Para que uma AAE possa ser atrativa para as empresas, torna-se necessário dar cumprimento a um conjunto de procedimentos relacionados com o ordenamento/planeamento e com a gestão dos espaços, tanto na perspetiva territorial, como institucional. O recurso a ferramentas avançadas de análise territorial é uma condição importante para se conseguir um ordenamento mais efetivo destas áreas.

O modelo descrito no artigo foi construído com o objetivo de analisar o impacto que diferentes políticas de ordenamento à escala supramunicipal poderão ter na atratividade das AAE localizadas em quatro municípios do norte de Portugal. O nível de atratividade das AAE foi definido com base na cobertura de infraestruturas, amenidades, acessibilidade e do custo médio do solo. As empresas difusas em má situação locativa tinham por objetivo encontrar uma AAE que lhes oferecesse uma melhor situação locativa. O processo de deslocalização é consumado sempre que uma empresa encontra um lote vago numa AAE com um nível de atratividade superior ao existente no local onde se encontrava. A atratividade de uma AAE é, então, caracterizado pela sua capacidade de atrair empresas. O estudo compreendeu a simulação de três cenários, que correspondem a diferentes políticas. As políticas diferem no nível de coordenação com que são implementadas pelos municípios e no tipo de intervenção proposto para as AAE. Além disso, os cenários foram utilizados para validar um conjunto de hipóteses sobre a atratividade e a eficiência dessas políticas no reforço do desempenho locativo dos espaços empresariais dos municípios.

Os resultados obtidos com o modelo mostram que uma política de (re)qualificação se traduz num aumento do número de AAE 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 já instaladas, como no caso dos espaços previstos para o futuro. Além disso, o modelo demonstrou que se as políticas de (re)qualificação das AAE forem implementadas de uma forma coordenada, os impactos serão mais positivos do que se os municípios prosseguirem com políticas individuais. A coordenação será fundamental

para reforçar a competitividade dos territórios que pretendem afirmar-se em rede.

No entanto, a conclusão mais importante do estudo revela que uma política integrada de qualificação poderá ter impactos diferenciados à escala local, pois nem todas as AAE 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 *upgrade*. Neste caso, os resultados mostram que a política de promoção de AAE dispersas e com baixos níveis de qualificação é ineficiente na atração de empresas.

Estas conclusões vêm, assim, colocar em causa as políticas seguidas pelos municípios ao longo das últimas décadas que levaram à dispersão de espaços empresariais pouco atrativos. A dispersão territorial leva a que as AAE tenham uma pior cobertura por infraestruturas e serviços, que são importantes para a atividade das empresas. Por outro lado, a dispersão condiciona a acessibilidade de muitos espaços empresariais. O estudo revelou ainda que a melhoria dos níveis de atratividade destes espaços será mais difícil. Com efeito, o levantamento efetuado nos quatro municípios revelou que as AAE de localização mais periférica e com menores índices de qualificação têm um menor número de empresas instaladas. Deste modo, as conclusões do estudo alertam para a necessidade de haver uma maior coerência territorial no ordenamento destes espaços, tanto à escala municipal como supramunicipal, e que as políticas de qualificação se devem sobrepor às que procuram fomentar o aumento da oferta pouco qualificada. Assim, o estudo constitui um contributo importante para nortear as políticas de ordenamento direcionadas para as AAE.

## BIBLIOGRAFIA

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.

Bodenmann, B. (2011) "Modelling firm (re)location choice in urbanism", *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.

Campo, S. (2009) "Developing the land use and transportation integrated modelling framework for Lisbon Metropolitan Area (LUTIA-LX)", *11th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, 16-19 June, Hong-Kong.

Chun, S. (2004) "Industrial estate planning and development: case studies" in Freire M, Yuen B. (ed.) *Enhancing Urban Management in East Asia*, Ashgate Publishing Lda, pp.171-196.

Crooks, A. (2010) "Using geo-spatial agent-based models for studying cities", *Working Paper Series (Paper 160)*, Centre for Advanced Spatial Analysis, UCL, London.

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.

Ettema, D., Kor, J., Timmermans, H., Bakema, A. (2005) "PUMA: Multi-agent modelling of urban systems", *45<sup>th</sup> Congress of the European Regional Science Association*, 23-27 August, Amsterdam.

Fonseca, F. (2014) *Um modelo baseado em agentes para simular políticas de ordenamento de áreas de acolhimento empresarial: o caso da rede urbana do Quadrilátero*. Tese de Doutoramento, Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Guimarães.

Fonseca, F.; Ramos, R.; Silva, A. (2014) "An agent-based model as a tool of planning at a sub-regional scale". In Murgante et al. (Eds.), *Computational Science and Its Applications - ICCSA 2014*, Part II, LNCS 8580, Springer International Publishing Switzerland, pp.611-628.

Fernández, I., Ruiz, M. (2009) "Descriptive model and evaluation system to locate sustainable industrial areas" in *Journal of Cleaner Production*, 17, pp.87-100.

Filatova, T., Parker, D., Veen, A. (2009) "Agent-based urban land markets: agent's pricing behaviour, land prices and urban land use change", *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, Vol.12, N.º(1) 3.

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.

Gilbert, N. (2008) *Agent-based models, quantitative applications in the social sciences*, Sage Publications.

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.

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).

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.

Kumar, S., Kockelman, K. (2008) "Tracking the size, location and interactions of businesses: microsimulation of firm behavior in Austin, Texas", *87th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, January 13-17, Washington D.C.

Leal, A. (2009) *Modelação do sistema rodoviário: na perspectiva do conflito emergente*, MSc Thesis, ISCTE, Lisboa.

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", *PROCESSUS - Second International Colloquium on the Behavioural Foundations of Integrated Land-use and Transportation Models: Frameworks, Models and Applications*, June 12-15, Toronto.

Mazzarol, T., Cresp, D., McFarlane, R., Edlinger, E. (2009) *Industrial land development in Western Australia, a review of global*

*trends, innovation and best practice*, Department for Planning and Infrastructure, Western Australia.

Miller, E., Hunt, J., Abraham, J. (2004) “Microsimulating urban systems” in *Computers, Environment and Urban Systems*, N.º 28, pp.9-44.

Moeckel, R. Spiekermann, K., Schürmann, C., Wegener, M. (2003) “Microsimulation of land use” in *International Journal of Urban Sciences*, 7(1), pp.14-31.

Munthali, K. (2012) “Agent-based simulation in geospatial analysis” in Murayama, Y. (ed.), *Progress in Geospatial Analysis*, Springer, Tokyo, pp.143-157.

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.

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.

Pablo, C., Domínguez, T., Alén, E. (2013) *An empirical analysis of horizontal differentiation of Galician industrial estates*, Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 19, pp.169-179.

Quadrilátero (2008) *Quadrilátero urbano para a competitividade, a inovação e a internacionalização*, Programa Estratégico de Cooperação, disponível em: <http://www.cm-brga.pt/docs/CMB/Documentos/PECQuadrilatero.pdf> (acedido em Dezembro de 2009).

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.

Scott, P. (2001) “Industrial estates and British industrial development, 1897–1939” in *Business History*, Vol.43, N.º2, pp.73-98.

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.

Torrens, P. (2003) “Cellular automata and multi-agent systems as planning support tools” in Geertman, S. e Stillwell, J. (eds.) *Planning Support Systems in Practice*, Springer-Verlag, London, pp.205-222.

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, disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=559667&dl=GUIDE&coll=GUIDE&CFID=54595649&CFTOKEN=94704649>.

Wooldridge, M. (2009) *An introduction to multiagent systems*, Second Edition, West Sussex: John Wiley & Sons.

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.