

# ACESSIBILIDADE E SIG NO PLANEAMENTO EM SAÚDE: UMA ABORDAGEM BASEADA EM MODELOS DE ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO

ACCESSIBILITY AND GIS ON HEALTH PLANNING: AN APPROACH BASED ON LOCATION-ALLOCATION MODELS

**Vítor Ribeiro\***

vitor@esepf.pt

NIGP/Lab2pt/CICS/CIPAF, Departamento de Geografia/ICS, Universidade do Minho, Guimarães

**Paula Remoaldo**

premoaldo@geografia.uminho.pt

NIGP/Lab2pt/CICS, Departamento de Geografia/ICS, Universidade do Minho, Guimarães

**Javier Gutiérrez**

javiergutierrez@ghis.ucm.es

Departamento de Geografía Humana, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Espanha

**J. Cadima Ribeiro**

jcadima@eeg.uminho.pt

Departamento de Economia e NIPE, Universidade do Minho, Braga

## RESUMO/ABSTRACT

As políticas e as práticas de planeamento em saúde devem promover o acesso aos cuidados de saúde primários, uma área na qual a distribuição dos equipamentos e a acessibilidade da população assumem particular relevância. O sistema de saúde deve proporcionar níveis de acessibilidade adequados a cada grupo funcional, particularmente nos territórios dotados de uma população mais envelhecida. O aumento do número de idosos torna mais premente o papel que as políticas públicas de saúde podem ter na redução das desigualdades em saúde. Neste artigo, pretende-se avaliar o contributo dos modelos de localização para a identificação da localização mais adequada das unidades de cuidados de saúde primários e comparar como variam os níveis de acessibilidade entre as soluções propostas pelos vários modelos. Da aplicação conduzida retirou-se que estas soluções permitem obter ganhos em termos de acessibilidade, melhorando a proximidade entre os equipamentos e os utentes.

Palavras-chave: Transportes, Acessibilidade, Planeamento em Saúde, SIG

*Códigos JEL:* I11, I14, R14, R42, Y91.

The health system should be endowed with adequate accessibility levels to each functional population cohort it envisages to serve. In the case we are before higher levels of elder population, those health necessities increase. The location of health facilities should have in mind the demographic structure of each territory. Accordingly, the increase of elder people turns more needed public health policies addressed to mitigate social exclusion processes that can occur. Health public policies and planning practices should promote accessibility to primary health care facilities. In such a context, the location of those facilities and its accessibility have a particular importance. In this article, we envisage to evaluate the contribution of the location models to identify the more adequate locations of the health facilities and to check how the accessibility levels vary according to the results obtained from those models.

Keywords: Transport, Accessibility, Health Care Planning, GIS

*JEL Codes:* I11, I14, R14, R42, Y91.

\* Agradece-se à FCT (Fundação Portuguesa para a Ciência e a Tecnologia) a bolsa de doutoramento concedida a Vítor Ribeiro (Grant No. SFRH/BD/38762/2007), que viabilizou a realização deste projeto de investigação.

## INTRODUÇÃO

A sociedade atual possui um padrão de organização familiar que se tem vindo a alterar nos últimos anos, sendo as famílias monoparentais e os idosos a residirem sozinhos em cada vez maior número. Paralelamente, os serviços públicos de saúde proporcionam serviços de primeira necessidade (Guagliardo, 2004; Luo e Qui, 2009). Num tal contexto, as desigualdades no acesso aos equipamentos de saúde devem ser assumidas como uma preocupação subjacente às práticas e políticas de planeamento, e a redução dessas desigualdades deve ser um dos focos das políticas públicas.

Em razão do que se anota antes, o serviço de proximidade deve assumir-se como um dos principais objetivos das políticas de saúde em Portugal e a localização das unidades funcionais deve ser um elemento fundamental para o concretizar, tendo em conta a maximização da acessibilidade. Tradicionalmente, o conceito de acessibilidade incorpora as noções de proximidade e facilidade na interação espacial, sendo fundamental numa perspetiva económica e, mais recentemente, na social (Gutiérrez, *et al.*, 2010). Na perspetiva social, o aumento dos níveis de acessibilidade pode contribuir, desde logo, para aumentar a equidade social e travar o aumento do número de indivíduos que não consegue aceder a bens e serviços essenciais.

Algumas abordagens posicionam o conceito de acessibilidade como sendo uma característica dos lugares e da mobilidade dos indivíduos (Costa *et al.*, 2011; Silva e Ribeiro, 2011). Porém, considerando a organização dos territórios, a evolução dos sistemas de transportes e a consequente complexificação dos fluxos diários da população, revela-se fundamental recorrer a indicadores de acessibilidade baseados nos indivíduos (Kwan e Weber, 2003). Neste contexto, a acessibilidade pode ser uma característica dos lugares, mas também dos indivíduos, ou seja significa o grau de facilidade em aceder às oportunidades a partir de uma determinada localização. A acessibilidade revela a facilidade da população para alcançar as oportunidades que estão disponíveis para seu usufruto, usando um determinado meio de transporte. Em contrapartida, a mobilidade está relacionada com a deslocação das pessoas ou mercadorias e é expressa em termos de movimento de pessoas ou mercadorias (Gutiérrez, 2009; Gutiérrez *et al.*, 2010; García-Palomares *et al.*, 2013). Considerando a importância destes conceitos no planeamento em saúde, é fundamental compreender de que formas eles são acomodados nas diferentes políticas.

De facto, em Portugal, a dimensão geográfica da acessibilidade encontra-se contemplada na Lei n.º 48/90 de 24 de agosto (Lei de Bases da Saúde) quando refere que «é objectivo fundamental obter a igualdade dos cidadãos no acesso aos cuidados de saúde, seja qual for a sua condição económica e onde quer que vivam, bem como garantir a equidade na distribuição de recursos e na utilização de serviços» [Base II, n.º 1 – b)]. A mesma lei menciona que o Serviço Nacional de Saúde se caracteriza por «garantir a

equidade no acesso dos utentes, com o objectivo de atenuar os efeitos das desigualdades económicas, geográficas e quaisquer outras no acesso aos cuidados» [Base XXIV – d)]. Apesar de, conceitualmente, a acessibilidade ser um dos objetivos presentes no Plano Nacional de Saúde, a verdade é que não existe uma prática de planeamento que procure concretizá-lo.

Na maioria dos territórios, a fragmentação e a dispersão dos espaços de habitação e de emprego fomenta o uso do automóvel em detrimento dos transportes públicos e dos modos suaves de deslocação, conduzindo à criação de desigualdades, designadamente no grupo dos idosos. Entre essas desigualdades figuram as que se registam no acesso físico (geográfico) a serviços essenciais, como os de saúde. As barreiras à aquisição de serviços de saúde agravam-se quando aumentam as distâncias para aceder aos equipamentos de saúde, complementadas por deficientes condições de utilização de transportes públicos (Yao *et al.*, 2013). Numa perspetiva económica, a distribuição dos equipamentos no território interfere, desde logo, com os custos de deslocação necessários para aceder à saúde, os quais podem condicionar o acesso dos indivíduos mais vulneráveis (Gulliford e Morgan, 2013). A relevância do estudo sobre a maior proximidade dos cuidados de saúde primários, em particular no caso dos idosos, para além das questões da acessibilidade, pode contribuir para aumentar a eficiência do sistema de saúde pela substituição de internamentos hospitalares e idas às urgências, conforme foi mencionado no PNS 2012-2016 português (DGS, 2012).

A oferta de equipamentos de saúde nas áreas urbanas é geralmente superior à existente nas áreas de cariz mais rural (Guagliardo, 2004). Desde a década de 50 do século passado que os modelos de *location-allocation* passaram a ser utilizados em saúde (Costa, 2011). Entretanto, segundo Costa (2011), autora dos escassos estudos nacionais existentes até há pouco tempo com recurso a estes modelos, em ambiente SIG, estes surgiram em Portugal apenas em 2003, o que sucedeu apesar da urgente necessidade de se recorrer a uma modelação em rede que traduzisse a rede viária, para assim melhorar as medidas de acessibilidade. Atualmente, esta necessidade de modelar, em rede, a deslocação aos equipamentos de saúde mantém-se, particularmente quando integramos a influência do declive das vias a «percorrer a pé».

A recente inovação tecnológica nas ferramentas de análise espacial, através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), veio permitir obter resultados mais realistas e desenvolver simulações mais complexas, procurando encontrar soluções mais equitativas. Recentemente, alguns autores procuraram incorporar na modelação, a andar a pé, o declive das vias (Blanford *et al.*, 2012; Jaraíz *et al.*, 2012; Mavoa *et al.*, 2012; Bell, 2013). É seguindo esse trabalho pioneiro e explorando as potencialidades destas ferramentas no planeamento em saúde que se desenvolve a investigação empírica de que aqui se dá conta, a qual será um primeiro contributo para o aprofundamen-

to deste campo de trabalho. E é-o, desde logo, porque a análise de rede que suporta as opções dos modelos utilizada neste estudo distingue-se das utilizadas noutras investigações, quer nacionais, quer internacionais, por incorporar uma velocidade diferenciada dos adultos e dos idosos, assim como a influência do declive das vias a percorrer a pé.

A melhoria da acessibilidade aos equipamentos de saúde pode ser alcançada por duas vias: a primeira, objeto deste artigo, passa pela (re)localização das unidades funcionais, com vista a maximizar a respetiva acessibilidade; a segunda via passa por otimizar a rede de transportes públicos, adequando a oferta às necessidades da população. Esta visão integrada do uso do solo e dos transportes é fundamental para colmatar as desigualdades que vão surgindo nos territórios, tornando o acesso aos equipamentos de saúde mais equitativo.

A localização dos equipamentos de saúde deve favorecer a proximidade e minimizar o tempo de deslocação, qualquer que seja o modelo de mobilidade que esteja em causa, incluindo a opção de andar a pé. A existência de desequilíbrios entre a oferta e a procura influencia os níveis de acessibilidade da população. Neste contexto, os modelos de alocação-localização (*location-allocation*) permitem identificar a localização mais adequada de um equipamento considerando os respetivos pontos de procura. Estes modelos têm sido aplicados para solucionar um vasto espetro de problemas de localização.

Com base nestes pressupostos, e no quadro de um projeto de investigação conducente a doutoramento em Geografia e Planeamento Regional, em finais de 2011, realizou-se um estudo tendo como foco a identificação de localizações adequadas das unidades de cuidados de saúde primários, em Braga, com base na proximidade e recorrendo aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Os resultados obtidos levam-nos a concluir que estes modelos podem contribuir para promover o planeamento das acessibilidades em saúde, ajudando, assim, a reduzir o impacto da exclusão social resultante dos baixos níveis de acessibilidade dos grupos mais desfavorecidos.

Para dar corpo aos propósitos enunciados, este artigo estrutura-se da seguinte forma: na Secção 1 é feita uma revisão da literatura sobre planeamento dos equipamentos de saúde, desdobrada em três dimensões, uma que relaciona equidade e acessibilidade com os serviços, outra que invoca a investigação em que se fez uso dos Sistemas de Informação Geográfica, e, finalmente, uma terceira em que se dá notícia dos modelos de alocação-localização, em concreto, usados como apoio à decisão sobre a localização da oferta de unidades de cuidados de saúde primários; a Secção 2 é dedicada às questões metodológicas e à explicitação do objeto de análise; na secção seguinte apresentam-se e discutem-se os resultados da aplicação empírica ensaiada, nomeadamente os que decorrem do uso dos modelos de alocação-localização; a fechar, apresentam-se as conclusões e ilações decorrentes da análise efetuada.

## 1. PLANEAMENTO DOS EQUIPAMENTOS DE SAÚDE

### 1.1. EQUIDADE E ACESSIBILIDADE AOS CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS

Em Portugal, o planeamento dos equipamentos de saúde tem descurado os aspetos relacionados com a acessibilidade física, ainda que os sistemas de saúde devam promover, por um lado, o acesso das populações aos cuidados de saúde e, por outro, a eficiência económica num quadro de bom uso dos recursos públicos (Simões, 2004). De acordo com Martins (2011), em Portugal, como em muitos países do Sul da Europa, os problemas relacionados com a equidade e a acessibilidade estiveram presentes em várias das reformas efetuadas, e estão por detrás do desenvolvimento do setor privado. No entanto, é fundamental avaliar como se traduziram no território estas intenções.

Só com o Plano Nacional de Saúde (PNS) de 2012-2016 se adotou uma estratégia coordenada de promoção da equidade na saúde e de acesso aos cuidados de saúde (Furtado e Pereira, 2010). Estas transformações abriram, por isso, caminho para novas abordagens em matéria de planeamento em saúde, tendo em vista melhorar o acesso da população aos cuidados de saúde primários.

Os cuidados de saúde primários são reconhecidos como meio universal para a promoção da saúde (Guaigliardo, 2004; Luo e Qui, 2009). Contudo, o acesso geográfico aos equipamentos de saúde ainda se configura com uma das principais barreiras para alcançar uma «saúde para todos». Um dos desafios em saúde é disponibilizar uma rede de serviços que possa ser alcançada num tempo razoável de deslocação, através de um meio de transporte que seja equitativo.

Todavia, a acessibilidade aos equipamentos de saúde é entendida como multidimensional, sendo afetada por diversos fatores de natureza espacial e não espacial. Penchansky e Thomas (1981) identificaram cinco dimensões que são reconhecidas como os cinco A do acesso: a disponibilidade (*availability*), a acessibilidade (*accessibility*), a capacidade de aquisição (*affordability*), a aceitabilidade (*acceptability*) e a adequabilidade (*accomodation*), sendo as duas primeiras de natureza espacial (Hawthorne e Kwan, 2013).

No PNS 2012-2016 português, considera-se que o acesso aos cuidados de saúde é uma das dimensões da equidade e que o acesso adequado é uma das premissas para reduzir as desigualdades, designadamente através dos serviços de proximidade e da consideração da situação socioeconómica da população. Entenda-se ainda que o acesso adequado resulta da inter-relação das seguintes dimensões: procura adequada de serviços; disponibilidade; proximidade; custos diretos; custos indiretos; qualidade; aceitação.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), conforme invocado por Furtado e Pereira (2010), todas as pessoas devem poder atingir o seu potencial máximo de saúde sem que as circunstâncias económicas e sociais condicionem a prossecução desse objetivo. Atualmente,

um dos objetivos do planeamento dos equipamentos de saúde é promover a sua distribuição espacial de uma forma equitativa, designadamente quando esteja em causa a prestação de cuidados aos grupos mais vulneráveis (Yang *et al.*, 2006).

A acessibilidade da população aos equipamentos de saúde é particularmente importante para os indivíduos com condições de mobilidade mais desfavoráveis, designadamente os idosos. A condição económica dos agregados familiares pode potenciar esta desvantagem. Contudo, é possível reduzi-la diminuindo o tempo e os custos de deslocação, mesmo porque é destes grupos que tende a emergir o número maior de potenciais utilizadores (Apparicio *et al.*, 2008). De facto, a população mais pobre é a que tende a apresentar maiores níveis de doença por, muitas vezes, possuir um acesso mais desfavorável aos equipamentos de saúde (Santana, 1993).

Os estudos que testam os efeitos da acessibilidade na distribuição geográfica destes serviços têm vindo a ser orientados para a avaliação das desigualdades sociais resultantes da distribuição espacial dos equipamentos de saúde (Higgs, 2009). Nestes casos, a acessibilidade aos equipamentos de saúde é influenciada pela localização da residência dos indivíduos e pela localização dos equipamentos de saúde, já que o aumento da distância afeta a probabilidade de utilizar determinados equipamentos de saúde (Rosero-Bixby, 2004).

O efeito do lugar de residência dos indivíduos nos resultados em saúde é independente da sua posição socioeconómica, sendo os principais fatores de desvantagem as fracas coesão e organização social, a má acessibilidade ao transporte público e a escassez de oportunidades de oferta de equipamentos de saúde (Nogueira *et al.*, 2007). Sendo assim, quando avaliamos a acessibilidade, são aspetos-chave a proximidade, a disponibilidade de transportes públicos e a oferta de serviços.

Alguns autores distinguem entre a acessibilidade potencial e a acessibilidade revelada. A primeira centra-se nos padrões espaciais, nos fatores socioeconómicos e na oferta agregada dos equipamentos de saúde. Por sua vez, a segunda foca-se na utilização efetiva dos serviços, sendo medida pela frequência de atendimento (Santana, 1993; Luo, 2004). No entanto, o acesso geográfico aos equipamentos de saúde é influenciado quer por fatores espaciais (localização e distância), quer por fatores não espaciais (*e.g.*, género, idade e condição económica dos indivíduos) (Luo, 2004).

O acesso geográfico aos cuidados de saúde é um conceito que, na sua forma mais básica, tem que ver com a disponibilidade dos equipamentos, ou seja, prende-se com as condições de oferta dos cuidados de saúde. Quando a oferta é adequada, a população pode utilizar esses equipamentos, pelo que podemos então afirmar que é adequado o acesso aos cuidados de saúde. Mesmo assim, a população pode encontrar diversas barreiras à utilização dos sistemas de saúde, designadamente económicas, sociais ou físicas.

## 1.2. CONTRIBUTO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA O PLANEAMENTO EM SAÚDE

A componente territorial desempenha um papel relevante na acessibilidade aos cuidados de saúde (Remoaldo, 2002). Uma grande parte dos estudos sobre esta temática recorre às distâncias euclidianas, às distâncias-tempo ou às distâncias físicas (em quilómetros) da rede de acesso.

No Reino Unido, a acessibilidade tem estado no centro das políticas que visam a inclusão. Ao nível do Plano Nacional de Saúde inglês, considerou-se o acesso equitativo dos grupos mais desfavorecidos aos equipamentos de saúde primários. A esta luz, procurou-se avaliar os níveis de acessibilidade da população aos equipamentos de saúde, para a melhorar (Langford e Higgs, 2006). Na senda desta prática do planeamento das acessibilidades, também se estão a adotar, na Nova Zelândia, alguns indicadores para medir a acessibilidade aos hospitais (cuidados de saúde secundários ou diferenciados). Para tal, procura-se identificar a população que consome entre 30 e 60 minutos na deslocação, andando a pé ou usando o transporte público, ou qual é a percentagem de residentes, que, nesse intervalo temporal, não tem acesso a um automóvel.

Num estudo sobre a acessibilidade aos cuidados primários de saúde realizado com recurso aos SIG, e tomando o caso de Washington, Guagliardo (2004) afirma que conhecemos relativamente bem as taxas de utilização e a disponibilidade dos equipamentos de saúde, mas sabemos muito pouco sobre as barreiras que criam desigualdades no acesso geográfico da população. O autor em questão considera que a generalidade dos estudos se baseia na análise da distância ao serviço mais próximo, no nível da distribuição do serviço através de rácios serviço/população, sendo os métodos utilizados de pouca utilidade nas áreas densamente povoadas.

Em Portugal, tem-se procurado avaliar a acessibilidade aos equipamentos de saúde, embora na generalidade dos casos essa avaliação seja feita à escala supramunicipal e em deslocações realizadas em automóvel, com exceção do estudo de Costa (2011). O indicador «distância mínima concelhia a um hospital central ou distrital» é disso um exemplo. Também se recorre às distâncias euclidianas – em linha reta –, que são calculadas assumindo-se que nos municípios onde se localiza um hospital a distância é zero. Também se assume que, quanto maior for a distância ao hospital, pior será o acesso para os residentes em cada município (Nicolau *et al.*, 2010). A diferença no caso do estudo de Costa (2011) é que se recorreu à análise de redes e aos modelos de locação-alocação.

Para os municípios de Coimbra e de Góis, Santana (1993) considerou que a acessibilidade geográfica dos equipamentos de saúde consiste na distância-tempo ao equipamento mais próximo da residência, corrigida por fatores de frequência dos transportes públicos. A autora utilizou um limiar de deslocação de 30 minutos, a partir

do qual o tempo de deslocação foi corrigido por um fator de ponderação. No seu estudo, assumiu que uma distância de dois quilómetros correspondia a 30 minutos a andar a pé.

Outro exemplo da abordagem da acessibilidade aos equipamentos de saúde é o conjunto de textos sobre os cuidados de saúde publicados em Portugal em 2011 pela Entidade Reguladora de Saúde (ERS). Nestes, entre outros aspetos, avaliam-se o acesso físico (geográfico) a determinados estabelecimentos que prestam cuidados de saúde. Para avaliar a acessibilidade aos equipamentos de saúde, considerou-se a localização quer da oferta, quer dos utentes. Para tal, tomou-se o limiar distância-tempo de 30 minutos, por estrada, a cada ponto da rede, no que diz respeito à população idosa. Concluiu-se que a cobertura populacional da região de referência para avaliação em saúde de Braga (que inclui os municípios de Amares, Barcelos, Braga, Esposende, Terras de Bouro e Vila Verde) é de 99% para a população total e de 98% para a população idosa (ERS, 2011b).

Relativamente ao acesso dos utentes às consultas de medicina geral e familiar, a ERS (2011a, 1) considera que «o direito ao acesso aos cuidados de saúde só será garantido em pleno se não se verificarem desigualdades significativas no acesso», pelo que «a oferta de serviços deverá adequar-se às necessidades concretas de cada região, assegurando um grau de acesso uniforme para todas as populações».

Para avaliar a proximidade à rede de centros de saúde, a ERS (2011a) estimou a população residente que se encontra a mais de 30 minutos de distância (tempo de viagem em estrada) de cada ponto da rede. Com base neste critério, afirma que praticamente toda a população de Portugal Continental (mais de 99%) está a menos de 30 minutos por estrada, e por isso próxima de um centro de saúde. A opção pelos 30 minutos é sustentada pelo padrão de distância-tempo recomendado pelo GMENAC (Graduate Medical Education National Advisory Committee) para os cuidados de saúde primários.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são uma ferramenta de análise espacial que facilita a tomada de decisões. Os SIG permitem visualizar e questionar as bases de dados, e identificar padrões espaciais, facilitando a sua compreensão. Do mesmo modo, permitem a criação/avaliação de cenários com base em diferentes critérios.

Recentemente, a capacidade destas ferramentas para manusear e explorar extensas bases de dados tem assumido especial relevância na análise de redes. Elas permitem modelar de uma forma mais realista aspetos como a deslocação da população usando vários meios de transporte. Enquanto as distâncias euclidianas assentam numa modelação em linha reta (*e.g.*, *buffer*), as distâncias em rede permitem modelar as deslocações através da(s) rede(s) de transporte (García-Palomares *et al.*, 2013). Como assinalámos, nesta investigação, o nosso foco será o modo «andar a pé», estando em causa o acesso aos centros prestadores de cuidados de saúde primários.

### 1.3. LOCALIZAÇÃO ADEQUADA DAS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS: UMA ABORDAGEM COM RECURSO AOS MODELOS DE ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO

A localização é um dos objetos centrais de estudo da geografia e um dos fatores de equidade mais importantes em saúde. A localização adequada dos equipamentos de saúde permite aumentar os níveis de acessibilidade da população e, consequentemente, reduzir os custos económicos e sociais incorridos. Nas últimas décadas, têm-se multiplicado os estudos de modelação para a localização das oportunidades com recurso a modelos de *location-allocation* (Rahman e Smith, 2000; Costa, 2011).

Os modelos *location-allocation* permitem identificar a localização (*location*) mais adequada dos equipamentos/serviços (escolas, hospitais, lojas, centros comerciais, bombeiros, unidades de cuidados de saúde primários – CSP, entre outros), a partir de um conjunto de pontos potenciais/candidatos, aos quais se aloca (*allocation*) a procura. No entanto, o conceito de localização adequada varia consoante se trate da localização de equipamentos públicos ou de equipamentos privados. No setor privado, a lógica de localização dos equipamentos reside na maximização do lucro e na captação da maior quota possível de mercado. Por seu turno, a localização dos equipamentos no setor público deve assentar numa lógica de complementaridade e de maximização da satisfação do utilizador dos equipamentos ou serviços (Colclough e Owens, 2010; Condeço-Melhorado *et al.*, 2011).

O programa informático (*software*) de SIG da ESRI, designado por *ArcGis*, disponibiliza, na versão 10x, seis modelos de *location-allocation* que visam encontrar as localizações adequadas segundo diferentes tipos de problemas de localização (Quadro 1). De acordo com a documentação do *ArcGis 10*, a alocação da procura assenta nos seguintes pressupostos:

- Toda a procura localizada para além do tempo-limite definido será considerada «não coberta»;
- Toda a procura localizada dentro do tempo-limite da área de influência definido para cada oportunidade é alocada a essa oportunidade;
- Nos casos em que a procura se localiza dentro do valor-limite da área de influência definido em mais do que uma oportunidade, ela será alocada à oportunidade mais próxima.

O modelo de «minimizar a impedância» (*minimize impedance*) foi desenvolvido por Hakimi, em 1965 (Reese, 2006). Este modelo permite identificar a localização mais adequada de um determinado número de oportunidades, minimizando os tempos de deslocação. A localização dos equipamentos é selecionada de forma a minimizar a soma dos custos-tempo entre os pontos que representam a procura (população) e os pontos potenciais de oferta, ou seja, as distâncias-custo de todos os pontos de procura são minimizadas.

Por seu turno, o modelo «maximizar a cobertura» (*maximize coverage*) foi desenvolvido por Church e Reville

(1974). Este modelo seleciona as localizações adequadas de um determinado número de oportunidades e para um limite de tempo de deslocação definido pelo utilizador, garantindo que o máximo da procura (população) é alocado às soluções encontradas. Este modelo escolhe no conjunto dos pontos potenciais os que possuem maior peso (*e.g.*,

número de indivíduos). Assim sendo, procura selecionar as oportunidades mais próximas das áreas de maior densidade populacional, pelo que os pontos potenciais que se encontrem localizados nas áreas de maior densidade populacional tendem a ser selecionados em primeiro lugar (Rahman e Smith, 2000; Salon e Gulyani, 2010).

#### QUADRO 1. TIPOS DE PROBLEMAS QUE OS MODELOS ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO PERMITEM SOLUCIONAR

| Type                          | Description                                                                                                                                                                                                               | Applications                                           |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Minimize Impedance (P-Median) | Facilities are located such that the sum of all weighted costs between demand points and solution facilities is minimized.                                                                                                | Locate warehouses                                      |
| Maximize Coverage             | Facilities are located such that as many demand points as possible are allocated to solution facilities within the <b>impedance cutoff</b> .                                                                              | Locate fire stations                                   |
| Minimize Facilities           | Facilities are located such that as many demand points as possible are allocated to solution facilities within the impedance cutoff; additionally, the number of facilities required to cover demand points is minimized. | Locate fire stations without budget limit              |
| Maximize Attendance           | Facilities are chosen such that as much demand weight as possible is allocated to facilities.                                                                                                                             | Locate stores without competitors                      |
| Maximize Market Share         | A specific number of facilities are chosen such that the allocated demand is maximized in the presence of competitors.                                                                                                    | Locate store with competitors                          |
| Target Market Share           | Target Market Share chooses the minimum number of facilities necessary to capture a specific percentage of the total market share in the presence of competitors.                                                         | Locate store with competitors but without budget limit |

Fonte: ESRI – ArcGis (<http://web.pdx.edu/~jduh/courses/geog492/w11/Week8a.pdf> – acedido a 10 de Dezembro de 2011).

O modelo «minimizar o número de equipamentos» (*minimize facilities*) procura as soluções que permitem alocar o maior número de pontos de procura aos pontos potenciais de oferta num determinado valor que limita a área de influência (impedância). Esta solução também procura minimizar o número de equipamentos necessários para cobrir o máximo de pontos de procura e é semelhante ao *maximize coverage*, cujo objetivo é maximizar a cobertura, mas o número de equipamentos necessários é determinado automaticamente e não estipulado pelo utilizador, como nos restantes modelos. É frequentemente utilizado quando os dados de concorrência são desconhecidos ou inexistentes (Rahman e Smith, 2000; Mavoa *et al.*, 2012).

Por último, o modelo «maximizar a utilização» (*maximize attendance*) foi desenvolvido por Holmes *et al.* (1972). O objetivo deste modelo é determinar a localização das oportunidades de forma a maximizar o máximo de pontos de procura num determinado valor que limita a área de influência definida pelo utilizador. Este modelo assume que a interação entre a localização dos equipamentos e da procura diminui à medida que a distância aumenta, ou seja, à medida que aumenta a distância ao ponto potencial de oferta, diminui a probabilidade de este ser usado. A localização adequada dos equipamentos neste modelo estará na proximidade da maior densidade de pontos de procura (Rahman e Smith, 2000; Salon e Gulyani, 2010).

Por vezes, também é necessário ter em consideração que as soluções apresentadas podem melhorar os resultados de acessibilidade para a generalidade da população e

agravá-los para uma pequena percentagem de indivíduos. O modelo chamado «minimizar a distância» é um dos que é frequentemente apontado como gerador deste efeito.

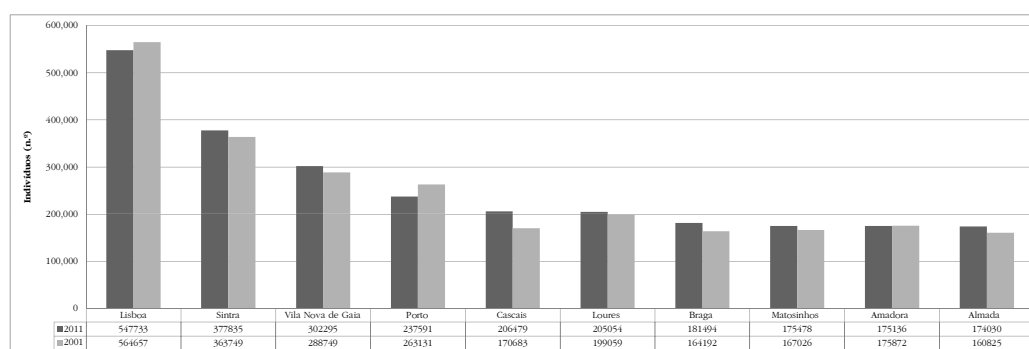
## 2. O CASO DE ESTUDO E OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

### 2.1. O MUNICÍPIO DE BRAGA E A ACESSIBILIDADE PEDONAL ÀS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS

Para área de estudo foi escolhido o município de Braga, localizado no Noroeste de Portugal. No contexto nacional, entre os 10 mais populosos, o município de Braga era, em 2011, o único que não integrava uma das duas áreas metropolitanas formalmente existentes. Em termos demográficos, este município foi o segundo que mais cresceu (10,5%) entre 2001 e 2011, atrás do de Cascais (21%) (ver a Figura 1).

Até à reforma administrativa recentemente implementada, o município de Braga possuía 62 freguesias distribuídas por 183 km<sup>2</sup> de área. Em 2011, cerca de 60% da população residia a menos de 3 km da Avenida Central (avenida contígua ao centro histórico da cidade) e 80% a menos de 5 km. Nas áreas para além dos 8 km do centro histórico, isto é, nas freguesias mais periféricas, residiam cerca de 7% da população e 8% dos idosos do município. Proporcionalmente, a situação em 2011 não se alterou significativamente em relação à de 2001.

**FIGURA 1. POSIÇÃO DO MUNICÍPIO DE BRAGA NO RANKING DOS 10 MUNICÍPIOS PORTUGUESES MAIS POPULOSOS, EM 2011**



Fonte: Ribeiro (2013).

Em Braga, cerca de 40% dos idosos necessita de mais de 30 minutos, a andar a pé, para alcançar a farmácia mais próxima. Relativamente à população idosa que alcança a farmácia em menos de 30 minutos (60%), apenas 9%, maioritariamente residentes no núcleo central, a pode alcançar em menos de 5 minutos. Excetuando o núcleo central, as condições de circulação para andar a pé no município são pouco atrativas, por vezes inseguras, conforme comprovam os dados sobre sinistralidade relacionados com o atropelamento de peões. Nos espaços onde a distância entre a oferta e a procura dos equipamentos de saúde é mais acentuada, os transportes urbanos têm um papel facilitador da acessibilidade a esses serviços. A maior parte do território apresenta uma boa cobertura territorial, mas o serviço nas áreas mais periféricas é ineficiente (Ribeiro, 2013).

## 2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

Considerando que na localização das unidades de saúde deve primar a complementaridade ao invés da concorrência, recorreu-se à utilização dos quatro modelos de alocação-localização (*minimize impedance; maximize coverage; minimize facilities; e maximize attendance*) disponíveis no *ArcGis 10*. Pretendeu-se, deste modo, avaliar as melhorias, em termos de acessibilidade, ao optar pelas localizações adequadas das unidades de cuidados de saúde primários. Estes modelos requerem a existência de dois grupos de pontos: uns que representam as localizações potenciais das CSP (oferta); e outros que representam a procura (população). Apenas o modelo «minimizar o número de equipamentos» requer unicamente os pontos de procura, identificando automaticamente o número de equipamentos necessários (oferta).

Neste estudo recorreu-se aos dados demográficos do Instituto Nacional de Estatística (INE) provenientes dos Censos realizados em 2011, tendo-se privilegiado a escala geográfica ao nível da subsecção estatística. Esta opção prendeu-se com a necessidade de proceder à desagregação dos dados sobre a população para uma escala com mais detalhe, necessária para tornar a modelação «a pé» e a conseqüente análise dos resultados mais eficientes e fidedig-

nas. A desagregação teve por base os edifícios residenciais, nomeadamente a sua área construída. Calculou-se na base de dados a informação, por subsecção estatística, do número de habitações, da área de cada habitação e da área total construída (ver a Figura 2). Posteriormente, calculou-se o contributo, em percentagem, de cada edifício residencial no total construído de cada subsecção, através da fórmula:

$$(a/t)*100$$

em que:

*a* corresponde à área de cada habitação e

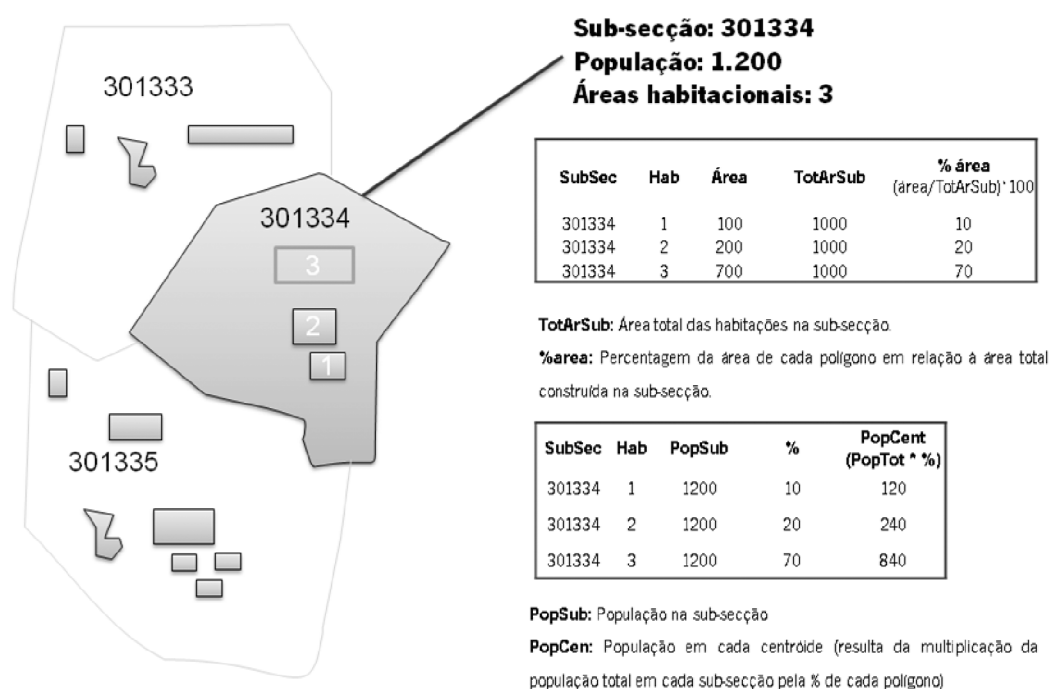
*t* à área total construída da subsecção estatística correspondente.

Finalmente, utilizou-se esta percentagem para desagregar a informação demográfica de cada subsecção estatística, multiplicando esta percentagem pelo número de indivíduos residentes em cada unidade geográfica.

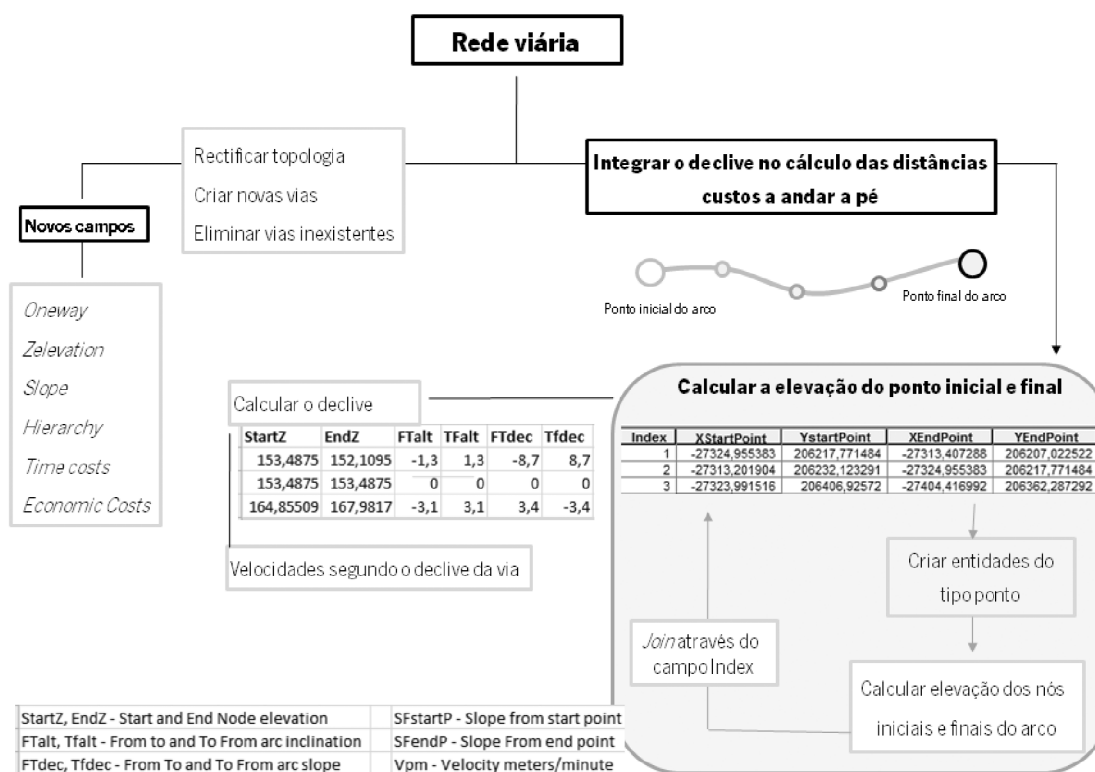
Também se recorreu à base de dados geográfica fornecida pela Câmara Municipal de Braga, designadamente da rede viária (eixo da via) e dos equipamentos. Após a correcção da topologia e da validação dos eixos de via, incorporámos novos campos na base de dados para integrar o declive e o tempo de deslocação (Figura 3). Para este efeito calculámos as coordenadas geográficas *x*, *y* dos nós iniciais e finais de cada arco, organizadas por um campo índice, que foram exportadas para um ficheiro com extensão *.dbf*.

Posteriormente, neste ficheiro e tendo por base os campos das coordenadas geográficas, criámos duas *shapefile* do tipo ponto (*startpoint* e *endpoint*). Recorremos à ferramenta *extract values to point* para associar o valor da altitude a cada ponto tendo por base uma superfície *grid* (matricial) representativa da altimetria do município. Deste modo, extraímos o valor de cada *pixel* para os campos de elevação *startpoint* e *endpoint* das *shapefiles*. Estas *shapefiles* foram posteriormente adicionadas (*join*) à tabela da rede viária, que passou, assim, a incluir um campo de elevação para o nó inicial (*start node*) e para o nó final (*end node*). Com base nesta informação, calculámos o valor da altitude de cada arco desde o ponto de origem até ao nó final (campo *FNaltitude*) e vice-versa (campo *TNaltitude*).

**FIGURA 2. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA METODOLOGIA PARA A DESAGREGAÇÃO DE DADOS DEMOGRÁFICOS AO NÍVEL DA SUBSECÇÃO ESTATÍSTICA**



**FIGURA 3. MODELO ESQUEMÁTICO PARA INTRODUÇÃO DA TERCEIRA DIMENSÃO NA BASE 2D DA REDE VIÁRIA**



Os dados dos pontos relativos à procura, tendo em conta a população residente em 2011, foram obtidos a partir da subsecção estatística, tendo-se desagregado o

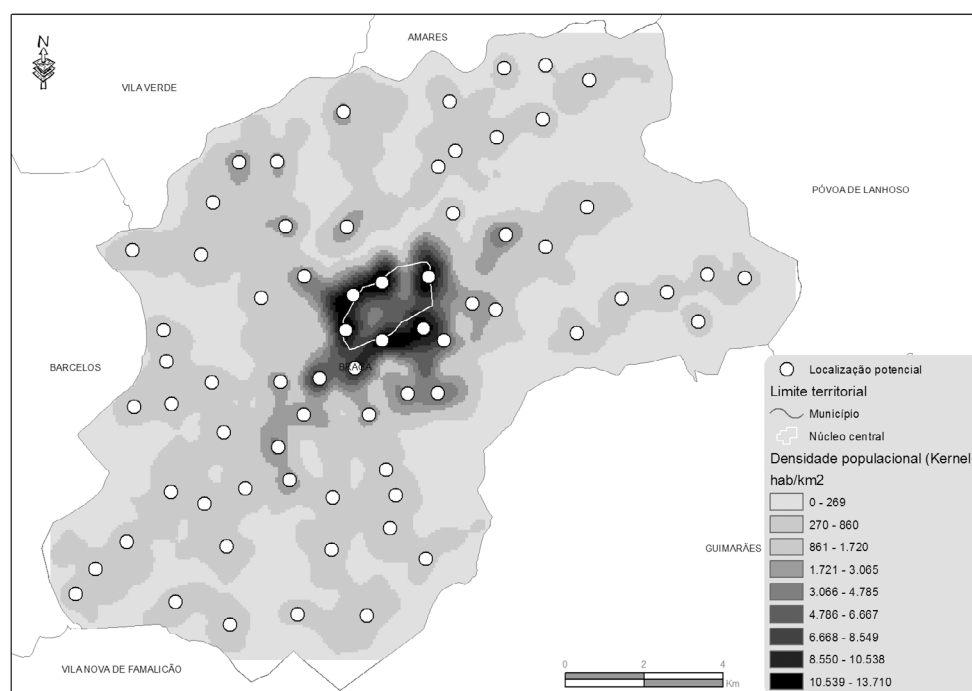
número relativo à população pelos polígonos das habitações. Estes pontos correspondem ao centróide de cada polígono representativo das habitações. A desagregação

dos dados demográficos permite, ao nível da habitação, obter mais detalhe nas análises quando comparada com a subsecção estatística. Considerou-se 30 minutos, a andar a pé, como limite máximo para a deslocação a cada uma das unidades de cuidados de saúde primários (CSP) selecionadas.

A localização potencial dos equipamentos foi obtida a partir do mapa da densidade da população residente

(função *Kernel*). Esta opção deve-se ao facto de a distribuição da população idosa ser percentualmente semelhante à do total da população residente e de se pretender procurar as soluções mais adequadas para os idosos sem, contudo, penalizar significativamente a restante população. Posteriormente, nas áreas de maior densidade, foram identificados 69 potenciais localizações para as CSP (Figura 4).

**FIGURA 4. POTENCIAL LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS EM BRAGA**



Numa perspetiva de equidade, é fundamental lembrar que a população idosa tem condições de mobilidade a andar a pé diferenciadas das dos jovens/adultos. Por este facto, na modelação dos tempos de deslocação, recorreu-se à velocidade diferenciada dos jovens/adultos e dos idosos, consoante o declive das vias. A metodologia adotada usa a proposta apresentada por Ribeiro *et al.* (2013).

No presente estudo, o limite temporal adotado foi de 30 minutos a andar a pé, ou seja, pretendemos que a localização dos equipamentos seja selecionada de modo a que a generalidade da população não necessite de se deslocar mais de 30 minutos a pé para alcançar uma CSP.

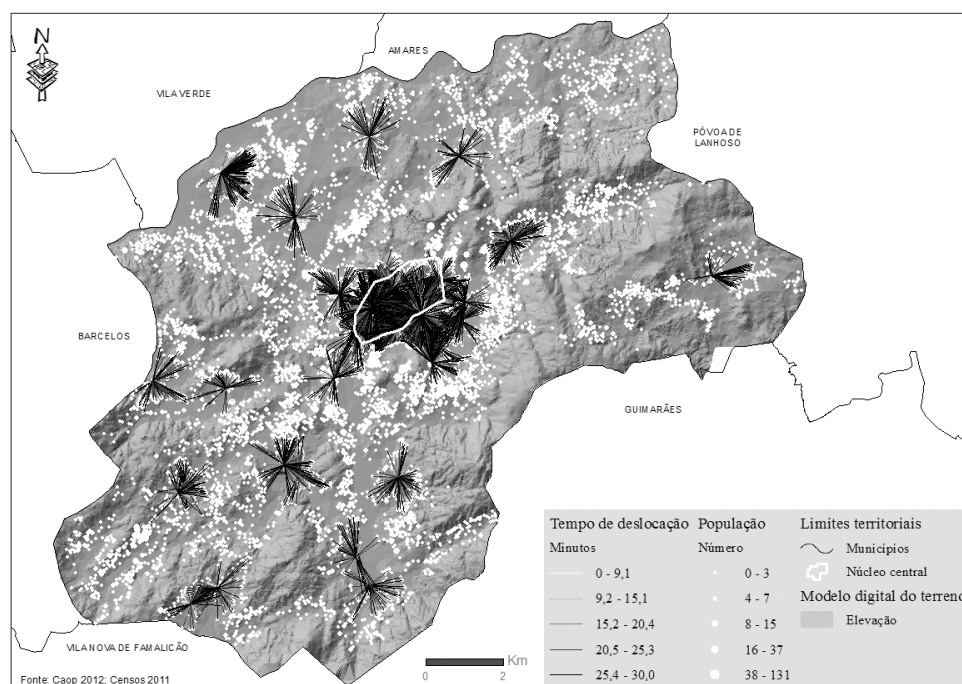
Atualmente, o município de Braga dispõe de 19 CSP, apesar de duas delas se localizarem no mesmo edifício, pelo que, nesta investigação, considerámos apenas 18 unidades. Tendo por referência este dado, pretendeu-se avaliar em que medida as localizações adequadas geradas pelos quatro modelos de alocação-localização contribuíam para melhorar os níveis de acessibilidade da população às unidades que prestam os cuidados de saúde primários, face à situação atual.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. PLANEAMENTO DAS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS COM RECURSO AOS MODELOS AUTOMÁTICOS

Como já tivemos ocasião de mencionar, a proximidade da população às unidades de cuidados de saúde primários é uma das premissas recentes das políticas de planeamento em Portugal. Por este motivo, uma grande parte da população idosa que reside no núcleo central pode alcançar esses serviços em menos de 30 minutos a pé. Na Figura 5, a presença de linhas de fluxo evidencia que a população idosa pode alcançar uma unidade de cuidados de saúde primários em menos de 30 minutos a andar a pé. No entanto, a partir do núcleo central, a quantidade de idosos que reside para além dessa distância-tempo aumenta consideravelmente. A ausência das linhas de fluxo, particularmente na área periférica ao núcleo central, é disso reveladora.

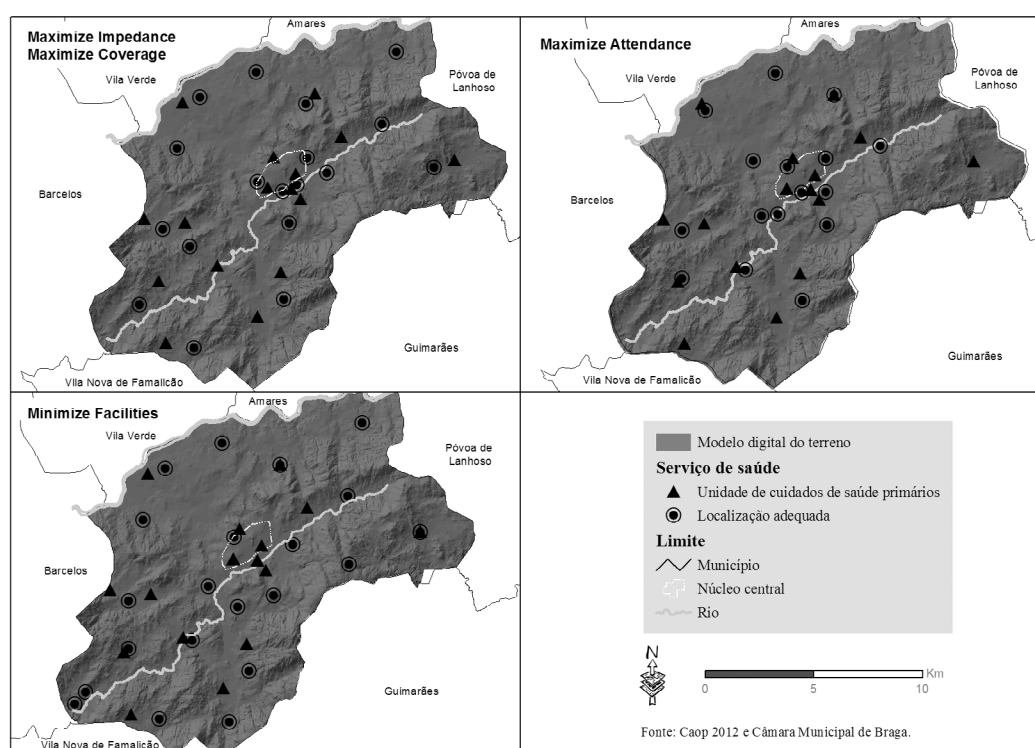
**FIGURA 5. MATRIZ ORIGEM-DESTINO DA DESLOCAÇÃO A PÉ DOS IDOSOS PARA ACEDER ÀS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, NO MUNICÍPIO DE BRAGA, EM FINAIS DE 2011**



Conforme foi dito anteriormente, todos os modelos alocação-localização presentes no *ArcMap*™10 requerem que o utilizador defina o número de soluções (oportunidades) a serem encontradas, com exceção do modelo «minimizar

o número de equipamentos», que as define automaticamente. Partindo das 69 potenciais localizações das CSP, recorreu-se aos quatro modelos para identificar as 18 mais adequadas (Figura 6).

**FIGURA 6. LOCALIZAÇÃO ADEQUADA DAS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, POR MODELO DE ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO**



O modelo alocação-localização adequa o número de CSP necessárias para satisfazer os critérios estabelecidos (limite de 30 minutos a andar a pé). Para os dados da procura existentes em Braga, este modelo identificou que são necessárias 21 CSP. Os quatro modelos analisados apresentam soluções de localização para as 18 unidades de saúde diferentes da atual distribuição territorial (figuras 6 e 7).

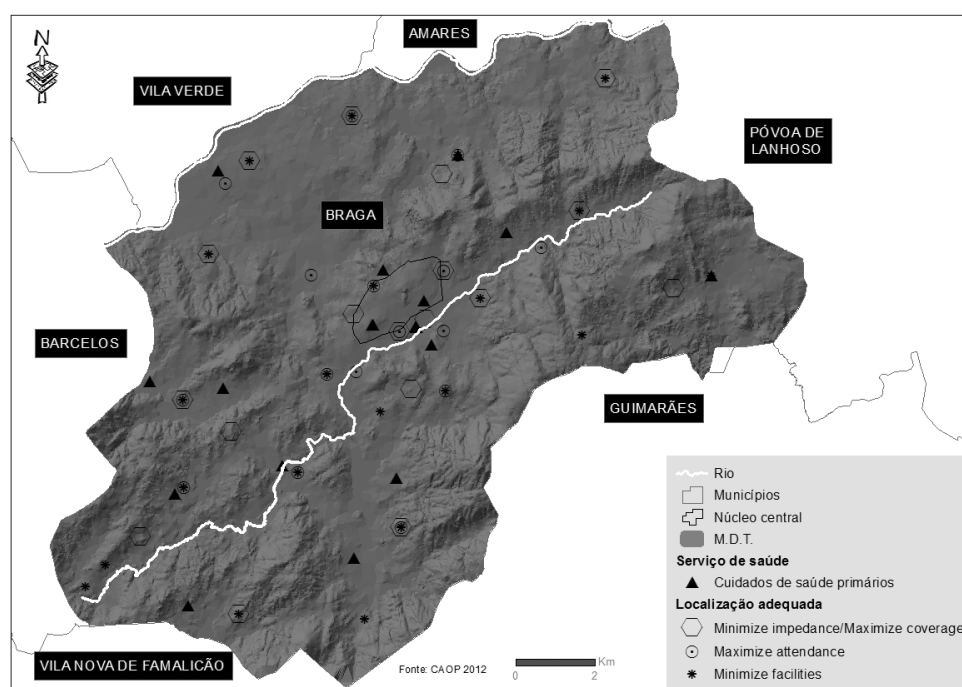
A variação do número de pessoas alocadas a cada unidade de cuidados de saúde primários, à medida que se adicionava um novo equipamento, encontra-se expressa na Figura 8.

Observa-se que o comportamento dos modelos «minimizar a impedância» e «maximizar a cobertura» é idêntico, e

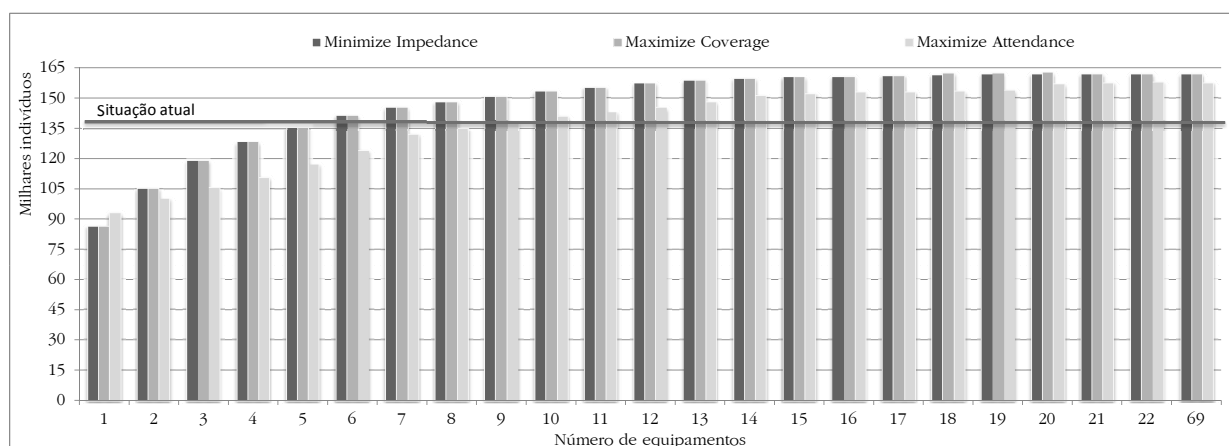
que com a localização de apenas seis CSP é possível alcançar a mesma cobertura populacional das 19 atualmente existentes. Também é perceptível que, à medida que se adiciona uma nova CSP, o incremento de indivíduos alocados a essa unidade vai diminuindo, até que, a partir da décima-quinta unidade, o acréscimo de população localizada a menos de 30 minutos é residual.

Postos os resultados da aplicação empírica efetuada, constata-se que, distribuindo adequadamente os 21 equipamentos no município, é possível servir a esmagadora maioria da população com uma CSP localizada a menos de 30 minutos a pé.

**FIGURA 7. LOCALIZAÇÃO ADEQUADA DAS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, SEGUNDO OS QUATRO MODELOS DE ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO**



**FIGURA 8. POPULAÇÃO ALOCADA A CADA NOVA UNIDADE DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, SEGUNDO O MODELO ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO UTILIZADO**



Por outro lado, observa-se que o grau de cobertura das soluções provenientes de qualquer dos vários modelos é muito elevado (Quadro 2).

**QUADRO 2. RESULTADOS GLOBAIS PARA UM LIMITE DE 30 MINUTOS A PÉ PARA ACEDER A UMA UNIDADE DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, SEGUNDO O MODELO ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO UTILIZADO**

| Modelo location-allocation | Equipamentos | População residente suscetível de utilizar os equipamentos |       |
|----------------------------|--------------|------------------------------------------------------------|-------|
|                            | número       | indivíduos                                                 | %     |
| <i>Minimize Facilities</i> | 21           | 161,773                                                    | 98.8% |
| <i>Maximize Attendance</i> | 18           | 156,683                                                    | 95.7% |
|                            | 15           | 152,037                                                    | 92.9% |
| <i>Minimize Impedance</i>  | 18           | 162,210                                                    | 99.1% |
|                            | 15           | 160,075                                                    | 97.8% |
| <i>Maximize Coverage</i>   | 18           | 162,210                                                    | 99.1% |
|                            | 15           | 160,075                                                    | 97.8% |
| <i>Situação atual</i>      | 18           | 136,446                                                    | 83.3% |

As soluções apresentadas pelos modelos alocação-localização permitem servir cerca de 96% da população com

uma CSP a menos de 30 minutos, o que equivale a uma melhoria substancial face à situação existente. O mesmo equivale a dizer que, distribuindo adequadamente 18 CSP pelo município, é possível garantir que a quase totalidade da população residente disponha de uma unidade a menos de 30 minutos a pé da sua residência. A solução apresentada pelo modelo «minimizar o número de equipamentos» requer, para um grau de cobertura de 98% da procura, a existência de 21 CSP. Por seu turno, o modelo «maximizar a utilização» apresenta uma solução que permite cobrir cerca de 96% da população com apenas 18 equipamentos.

### 3.2. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As soluções apresentadas pelos quatro modelos para a localização adequada de 18 CSP representam uma melhoria nos níveis de acessibilidade da população comparativamente com a situação atual. Todas elas aumentam o número de indivíduos que residem a menos de 30 minutos a pé e que podem aceder a estas CSP. Esta melhoria dos níveis de acessibilidade foi transversal a todos os modelos, conforme se comprova pela análise do indicador relativo à percentagem de população a residir a menos de 15 minutos dessas unidades. Os melhores resultados a nível deste indicador foram obtidos com o modelo «maximizar a utilização», quer para a população jovem/adulta, quer para a idosa (Quadro 3).

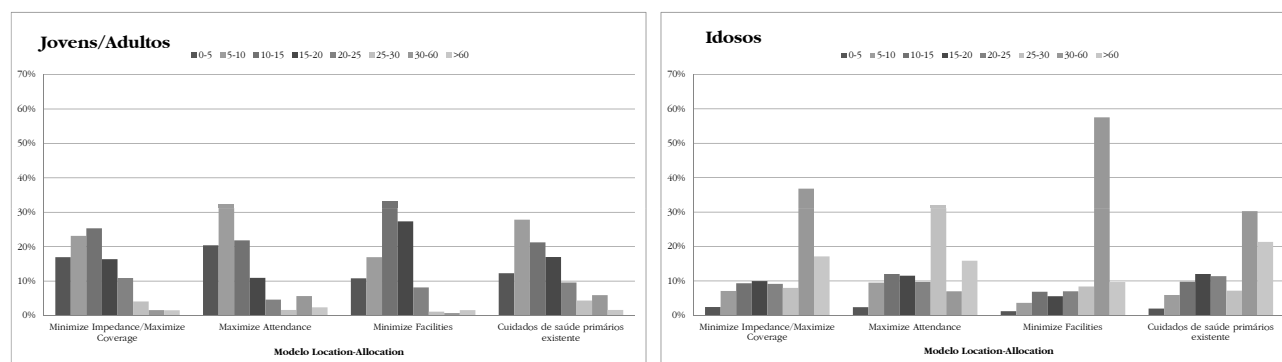
**QUADRO 3. PERCENTAGEM DE POPULAÇÃO RESIDENTE, EM 2011, EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA-TEMPO ÀS UNIDADES DE CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS, SEGUNDO O MODELO ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO**

| Grupo funcional    | Isócrona (minutos) | Minimize impedance<br>Maximize coverage |     | Maximize attendance |     | Minimize facilities | CSP (Situação existente) |
|--------------------|--------------------|-----------------------------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|--------------------------|
|                    |                    | Equipamentos                            |     | Equipamentos        |     | Equipamentos        | Equipamentos             |
|                    |                    | 15                                      | 18  | 15                  | 18  | 21                  | 18                       |
| Jovens/<br>Adultos | 0-15               | 48%                                     | 65% | 71%                 | 75% | 61%                 | <b>61%</b>               |
|                    | 15-30              | 49%                                     | 31% | 22%                 | 17% | 37%                 | <b>31%</b>               |
|                    | > 30               | 3%                                      | 3%  | 8%                  | 8%  | 2%                  | <b>8%</b>                |
|                    | 0 - 30             | 97%                                     | 97% | 92%                 | 92% | 98%                 | <b>92%</b>               |
|                    | > 30               | 3%                                      | 3%  | 8%                  | 8%  | 2%                  | <b>8%</b>                |
| Idosos             | 0-15               | 9%                                      | 19% | 16%                 | 24% | 12%                 | <b>18%</b>               |
|                    | 15-30              | 16%                                     | 27% | 32%                 | 53% | 21%                 | <b>31%</b>               |
|                    | > 30               | 75%                                     | 54% | 52%                 | 23% | 67%                 | <b>52%</b>               |
|                    | 0 - 30             | 25%                                     | 46% | 48%                 | 77% | 33%                 | <b>48%</b>               |
|                    | > 30               | 75%                                     | 54% | 52%                 | 23% | 67%                 | <b>52%</b>               |
| Total              | 0-15               | 43%                                     | 60% | 65%                 | 69% | 56%                 | <b>57%</b>               |
|                    | 15-30              | 46%                                     | 31% | 23%                 | 21% | 35%                 | <b>31%</b>               |
|                    | > 30               | 11%                                     | 9%  | 13%                 | 10% | 9%                  | <b>12%</b>               |
|                    | 0 - 30             | 89%                                     | 91% | 87%                 | 90% | 91%                 | <b>88%</b>               |
|                    | > 30               | 11%                                     | 9%  | 13%                 | 10% | 9%                  | <b>12%</b>               |

Atualmente, cerca de 61% da população jovem/adulta encontra-se a menos de 15 minutos a pé da CSP mais próxima. Recorrendo à solução apresentada pelo modelo «maximizar a utilização», essa percentagem aumentaria para 71% com apenas 15 CSP, e superaria os 75% com o mesmo número de unidades existentes hoje (18). Os resultados

obtidos através deste modelo tiveram particular incidência nas classes de isócronas mais baixas, sendo inferior a 5 minutos e entre os 5 e os 10 minutos (Figura 9). Isto significa que a realocação dos equipamentos poderia promover a proximidade da população ao serviço.

**FIGURA 9. DISTRIBUIÇÃO DA ACESSIBILIDADE DA POPULAÇÃO POR CLASSES DE ISÓCRONAS E GRUPOS FUNCIONAIS, SEGUNDO O MODELO ALOCAÇÃO-LOCALIZAÇÃO UTILIZADO**



As alternativas encontradas pelos modelos «minimizar a impedância» e «maximizar a cobertura» aumentam os níveis de acessibilidade da população a residir a menos de 5 minutos de uma CSP. Paralelamente, a solução encontrada por estes modelos permite reduzir consideravelmente a percentagem de indivíduos que reside a maiores distâncias, entre os 30 e os 60 minutos e acima dos 60 minutos de deslocação a pé.

Apesar de se pretender identificar a localização adequada das CSP para a população residente, isto é, soluções de localização que viabilizem melhorias significativas de acessibilidade a pé, é importante não descuidar os efeitos que essas soluções podem ter nos níveis de acessibilidade da população idosa. Neste contexto, a solução apresentada pelo modelo «maximizar a utilização» é a que permite obter um melhor desempenho ao nível dos indicadores de acessibilidade para todos os grupos funcionais.

A solução encontrada pelo modelo «minimizar o número de equipamentos» foi a única que diminuiu significativamente as condições de acessibilidade a pé por parte da população idosa, face à situação atual (Quadro 2 e Figura 9). Pelo contrário, a solução que apresenta os resultados mais favoráveis, para este grupo funcional, é a que resulta do modelo «maximizar a utilização», ao aumentar a percentagem de indivíduos que passariam a residir a menos de 30 minutos da CSP mais próxima dos atuais 48% para cerca de 77%. Esta melhoria é mais evidente nas classes de isócronas mais baixas (entre os 5 e os 15 minutos e entre os 20 e os 25 minutos), refletindo um aumento da percentagem dos indivíduos que passariam a estar mais próximos dessas unidades.

Os resultados obtidos no presente estudo distanciam-se dos obtidos em investigações semelhantes pelo facto de privilegiarem a grande escala de análise, e por isso

promoverem a proximidade dos utentes aos cuidados de saúde primários. Ao privilegiarmos esta escala, possibilitamos a análise centrada no meio de transporte tido como mais equitativo (andar a pé), que assume uma grande predominância nas práticas de planeamento que pretendem promover nos territórios uma mobilidade mais sustentável. Tal como Costa (2011), também consideramos que a opção pela análise de redes permite obter um retrato mais fiel da situação existente, contrariamente à que decorre das distâncias euclidianas, utilizada na generalidade dos estudos realizados em Portugal.

Adicionalmente, importa ter presente que a opção da generalidade dos estudos de planeamento em saúde pelos modelos de *location-allocation* está centrada na utilização de uma velocidade *standard* para toda a população e na assunção de que as vias são planas. Esta investigação distancia-se, também, dessas abordagens quando se inclui na modelação quer a velocidade diferenciada entre grupos funcionais, dos idosos e dos adultos, quer a velocidade diferenciada consoante os declives das vias quando se percorre a distância a pé. Deste modo, aproximamos os resultados da modelação da realidade.

## NOTAS CONCLUSIVAS

A melhoria da acessibilidade às unidades de saúde configura-se como um dos principais objetivos das instituições que lidam diretamente com o planeamento dos equipamentos de saúde. No entanto, para melhorar os níveis de acessibilidade da população aos serviços, não basta haver vontade das instituições que gerem diretamente esses serviços. É, também, fundamental possuir uma visão mais holística e desenvolver uma solução concertada com

quem gere o território municipal, o sistema de transporte e o sistema de saúde. Manter a aposta no crescimento da cidade fragmentada e dispersa, onde o apelo à mobilidade se intensifica, resultará no agravamento das desigualdades no acesso aos equipamentos de saúde.

A desarticulação entre a localização dos equipamentos e a de quem os utiliza aumenta, em primeira linha, a necessidade de deslocação. A hegemonia das deslocações realizadas em automóvel, quer no espaço urbano, quer nos espaços menos urbanizados e nas áreas rurais, contribui para agravar os efeitos da redução da procura dos transportes públicos. Consequentemente, a oferta de transportes públicos degrada-se.

Os transportes são um dos principais facilitadores do acesso aos equipamentos de saúde, particularmente por parte das populações economicamente mais frágeis e de certos grupos etários, pelo que é urgente equacionar o sistema de transportes como elemento articulador do território e condicionador do crescimento urbano. Os idosos estão mais vulneráveis à não-utilização do automóvel para efetuar as suas deslocações, razão pela qual são frequentemente os principais utilizadores dos sistemas de transportes públicos, designadamente os Transportes Urbanos, em Braga. Em territórios onde os sistemas de transportes públicos não respondem eficazmente às necessidades da população para aceder aos equipamentos de saúde, quer em termos de cobertura, quer na eficiência do serviço, ocorre uma limitação no acesso equitativo a esses equipamentos. Daqui resulta que muitos daqueles que não possuem automóvel estejam deficientemente servidos no que aos cuidados primários de saúde se refere.

Por este facto, em saúde, o planeamento da oferta deve privilegiar os níveis de acessibilidade, com enfoque na proximidade à população. Os meios de transportes suaves, como andar a pé, devem também configurar-se como estratégicos para permitir que a população aceda às unidades de cuidados de saúde primários, especialmente nos espaços com maiores densidades populacionais, ou aos transportes públicos, nos restantes espaços.

Adequar a geografia das unidades de cuidados de saúde primários a partir de um enfoque na acessibilidade pode constituir num bom contributo para o tão almejado acesso mais equitativo. O recurso aos modelos de alocação-localização em ambiente SIG, sustentado pela análise de redes, permite obter retratos mais realistas do território, revelando em que condições este é utilizado. A inclusão na modelação do declive das vias e da velocidade diferenciada da população idosa a andar a pé contribuem para obter localizações mais adequadas dos equipamentos. Atuando nesta vertente, contribui-se para melhorar os níveis de acessibilidade da população aos serviços, conseguindo melhorias face à solução atualmente disponibilizada.

Recorrendo aos modelos de alocação-localização, é possível garantir que mais população esteja próxima desses equipamentos, mesmo com menos unidades de saúde. Nas áreas densamente povoadas, como as contíguas ao núcleo central, em Braga, certamente que o número de

utilizadores requer um número maior de equipamentos. Neste estudo, pela maior facilidade no acesso a dados, centramo-nos no fator idade, atendendo nomeadamente aos idosos. Contudo, é importante referir que os equipamentos deverão estar mais perto de quem mais precisa. De facto, a equidade no acesso não significa tão-só igualdade, mas antes igualdade para quem está em igualdade de circunstâncias e tratamento diferenciado para quem está em diferentes circunstâncias. Deste modo, demonstrou-se a importância das ferramentas de localização para adequar a distribuição dos equipamentos em função dos tempos de deslocação e da idade, o que pode, contudo, ser ajustado a outros critérios, tais como o sexo, a prevalência de doentes crónicos ou indivíduos de mobilidade reduzida.

Globalmente, as soluções apresentadas pelos vários modelos permitem melhorar a acessibilidade a estes equipamentos para a grande parte da população, comparativamente com a situação de que dispõem. A solução encontrada com o modelo «maximizar a utilização» foi a que apresentou melhorias mais significativas neste município, pois permite localizar mais população na proximidade dos equipamentos, reduzindo a que se encontra para além dos 30 minutos a andar a pé. Esta solução viabiliza também um aumento significativo da quantidade de população idosa a residir a menos de 30 minutos de uma CSP, pese embora penalizar a acessibilidade da população que reside nas áreas mais periféricas. Tal deve-se ao facto de este modelo privilegiar as áreas de maior densidade populacional.

Esta investigação padece das limitações relacionadas com a desagregação dos dados demográficos que se sustentou na área dos edifícios habitacionais. Contudo, se ao nível dos centróides existe uma margem de erro, esta não interfere com o total da população residente em cada subsecção, que se mantém fiel aos resultados apurados nos Censos. Por outro lado, a seleção dos pontos disponíveis para localização de novos equipamentos poderá ser reequacionada tendo por base terrenos/edifícios disponíveis e eventualmente um aumento no número de localizações possíveis, que não foi, contudo, o cerne desta investigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apparicio, Philippe; Abdelmajid, Mohamed; Riva, Mylène e Shearmur, Richard (2008), «Comparing alternative approaches to measuring the geographical accessibility of urban health services: Distance types and aggregation-error issues», *International Journal of Health Geographics*, Vol. 7, n.º 1, pp. 1-14.
- Bell, Nathaniel (2013), «Location-allocation modelling for health services research in low resource settings», in Boscoe, Francis (coord.), *Geographic health Data: Fundamental Techniques for Analysis*, Nova Iorque, CABI, pp. 165-182.
- Blanford, Justine I; Kumar, Supriya; Luo, Wei e MacEachren, Alan M. (2012), «It's a long, long walk: accessibility to hospitals, maternity and integrated health centers

- in Niger», *International Journal of Health Geographics*, Vol. 11, n.º 1, p. 24.
- Church, Richard e Reveille, Charles (1974), «The maximal covering location problem», *Papers in Regional Science*, Vol. 32, n.º 1, pp. 101-118.
- Colclough, James e Owens, Eric (2010), «Mapping pedestrian journey times using a network-based GIS Model», *Journal of Maps*, Vol. 6, n.º 1, pp. 230-239.
- Condeço-Melhorado, Ana; Gutiérrez, Javier e García-Palomares, Juan Carlos (2011), «Spatial impacts of road pricing: Accessibility, regional spillovers and territorial cohesion», *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 45, n.º 3, pp. 185-203.
- Costa, Cláudia (2011), «Localização ótima do futuro Hospital de Sintra: aplicação de modelos de *location-allocation* no planeamento de cuidados de saúde», dissertação de mestrado, Lisboa, Instituto Superior de Estatística e Gestão da Informação, Universidade Nova de Lisboa.
- Costa, João Silva; Dentinho, Tomaz e Nijkamp, Peter (2011), «*Compêndio de Economia Regional – Métodos e Técnicas de Análise Regional*, Vol. 2, Lisboa, APDR, Príncipeia.
- DGS (2012), *Plano Nacional de Saúde (PNS) 2012-2016*, Lisboa. Disponível em: <http://pns.dgs.pt/pns-2012-2016>.
- ERS (2011a), *Caracterização do Acesso dos Utentes a Cuidados de Saúde Infantil e Juvenil e de Pediatria*, Porto, Entidade Reguladora da Saúde. Disponível em: [https://www.ers.pt/uploads/writer\\_file/document/142/Relatorio\\_Acesso\\_Pediatria.pdf](https://www.ers.pt/uploads/writer_file/document/142/Relatorio_Acesso_Pediatria.pdf)
- ERS (2011b), *Textos de Regulação da Saúde – Ano de 2010*, Vol. 1, Porto, Entidade Reguladora da Saúde.
- Furtado, Cláudia e Pereira, João (2010), *Equidade e Acesso aos Cuidados de Saúde*, Lisboa, Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade Nova de Lisboa. Disponível em: <http://www.observaport.org/sites/observaport.org/files/EA1.pdf>
- García-Palomares, Juan Carlos; Gutiérrez, Javier e Cardozo, Osvaldo Daniel (2013), «Walking accessibility to public transport: an analysis based on microdata and GIS», *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 40, n.º 6, pp. 1087-1102.
- Guagliardo, Mark (2004), «Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges», *International Journal of Health Geographics*, Vol. 3, n.º 1, pp. 1-13.
- Gulliford, Martin e Morgan, Myfanwy (2013), *Access to Health Care*, Vol. 1, Abingdon, Oxon, Routledge.
- Gutiérrez, J.; Condeço-Melhorado, A. e Martín, J. C. (2010), «Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment», *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, n.º 1, pp. 141-152.
- Gutiérrez, Javier (2009), «Transport and accessibility», in Kitchin, R. e Thrift, N. (coord.), *Internacional Encyclopedia of Human Geography*, Oxford, Elsevier, pp. 410-417.
- Hawthorne, Timothy L. e Kwan, Mei-Po (2013), «Exploring the unequal landscapes of healthcare accessibility in lower-income urban neighborhoods through qualitative inquiry», *Geoforum*, Vol. 50, n.º 1, pp. 97-106.
- Higgs, Gary (2009), «The role of GIS for health utilization studies: literature review», *Health Services and Outcomes Research Methodology*, Vol. 9, n.º 2, pp. 84-99.
- Holmes, John; Williams, Forrest e Brown, Lawrence (1972), «Facility location under a maximum travel restriction: an example using day care facilities», *Geographical Analysis*, Vol. 4, n.º 3, pp. 258-266.
- Jaraíz, Francisco Javier; Pérez, José Manuel e Gutiérrez, José Antonio (2012), «Dinâmica socioeconómica e acessibilidade: repercussão sobre as mudanças dos usos do solo na Raia Central Ibérica», *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, Vol. 2, n.º 30, pp. 15-34.
- Kwan, Mei-Po e Weber, Joe (2003), «Individual accessibility revisited: implications for geographical analysis in the twenty-first century», *Geographical Analysis*, Vol. 35, n.º 4, pp. 341-353.
- Langford, Mitchel e Higgs, Gary (2006), «Measuring potential access to primary healthcare services: the influence of alternative spatial representations of population», *The Professional Geographer*, Vol. 58, n.º 3, pp. 294-306.
- Luo, Wei (2004), «Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians», *Health & Place*, Vol. 10, n.º 1, pp. 1-11.
- Luo, Wei e Qui, Yi (2009), «An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians», *Health & Place*, Vol. 15, n.º 4, pp. 1100-1107.
- Martins, Fátima (2011), «Educação para a saúde e vigilância pré-natal: interconfluências profissionais e familiares», tese de doutoramento, Braga, I. C. S., Universidade do Minho.
- Mavoa, Suzanne; Witten, Karen; McCreanor, Tim e O'Sullivan, David (2012), «GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand», *Journal of Transport Geography*, Vol. 20, n.º 1, pp. 15-22.
- Nicolau, Rita; Machado, Ausenda e Falcão, José (2010), «Distribuição da mortalidade e dos internamentos hospitalares por doença do aparelho circulatório em Portugal Continental: Agregação geográfica e determinantes», Vol. 1, Lisboa, Fundação Merck Sharp & Dohme.
- Nogueira, Helena; Santana, Paula e Santos, Rita (2007), «Saúde: vulnerabilidade e oportunidade na Área Metropolitana de Lisboa», in Santana, Paula (coord), *A Cidade e a Saúde*, Coimbra, Edições Almedina, pp. 119-132.
- Penchansky, R. e Thomas, W. (1981), «The concept of access: definition and relationship to consumer satisfaction», *Medical Care*, Vol. 19, n.º 2, pp. 127-140.
- Rahman, Shams-ur e Smith, David (2000), «Use of location-allocation models in health service development planning in developing nations», *European Journal of Operational Research*, Vol. 123, n.º 3, pp. 437-452.
- Reese, Josh (2006), «Solution methods for the p-median problem: An annotated bibliography», *Networks & Spatial Economics*, Vol. 48, n.º 3, pp. 125-142.

- Remoaldo, Paula (2002), «Desigualdades territoriais e sociais subjacentes à mortalidade infantil em Portugal», Vol. 1, Coimbra, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Ribeiro, Vitor (2013), «A (in)equidade no acesso aos serviços de saúde: uma abordagem à exclusão social no município de Braga», in Remoaldo, Paula e Nogueira, Helena (coord.), *Desigualdades Socioterritoriais e Comportamentos em Saúde*, Braga, Edições Colibri, pp. 221-248.
- Ribeiro, Vitor; Remoaldo, Paula e Gutiérrez, Javier (2013), «Measuring the accessibility of bus stops for elderly people: The effects of slope and walking speeds», in Melhorado-Condeço, Ana; Regianni, Aura e Gutiérrez, Javier (coord.), *Spatial Accessibility*, Londres, Edward Elgar Publishing, pp. 315-327.
- Rosero-Bixby, Luis (2004), «Spatial access to health care in Costa Rica and its equity: a GIS-based study», *Social Science & Medicine*, Vol. 58, n.º 7, pp. 1271-1284.
- Salon, Deborah e Gulyani, Sumila (2010), «Mobility, poverty, and gender: travel “choices” of slum residents in Nairobi, Kenya», *Transport Reviews*, Vol. 30, n.º 5, pp. 641-657.
- Santana, Paula (1993), «Acessibilidade e utilização dos serviços de saúde: ensaios metodológicos em geografia da saúde», Vol. 1, Coimbra, Comissão de Coordenação da Região Centro.
- Silva, Jorge e Ribeiro, Anabela (2011), «Space, development and accessibility between Portugal and Spain: the last frontier», *Revista Portuguesa de Estudos Regionais*, Vol. 2, n.º 27, pp. 7-14.
- Simões, Jorge (2004), «Retrato político da saúde», Vol. 1, Coimbra, Almedina.
- Yang, Duck-Hye; Goerge, Robert e Mullner, Ross (2006), «Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services», *Journal of Medical Systems*, Vol. 30, n.º 1, pp. 23-32.
- Yao, Jing; Murray, Alan T. e Agadjanian, Victor (2013), «A geographical perspective on access to sexual and reproductive health care for women in rural Africa», *Social Science & Medicine*, Vol. 96, n.º 1, pp. 60-68.