



Promoção de uma oferta equitativa no setor dos cuidados continuados integrados: desenvolvimento de uma abordagem multi-período e multi-objetivo para apoio ao planeamento da oferta de cuidados

Teresa Cardoso-Grilo, Mónia Duarte Oliveira, Ana Barbosa-Póvoa, Stefan Nickel

REFERÊNCIA ORIGINAL

Cardoso T, Oliveira MD, Barbosa-Póvoa A, Nickel S. Moving towards an equitable long-term care network: a multi-objective and multi-period planning approach. *Omega*. 2016;58:69–85. doi: 10.1016/j.omega.2015.04.005.

RESUMO

Este estudo propõe um modelo de programação matemática multi-objetivo e multi-período para apoiar as decisões de planeamento no setor dos cuidados continuados integrados (CCI). O modelo proposto permite apoiar o planeamento da oferta de CCI em regime de internamento, tanto em termos de seleção das melhores localizações para esses serviços, como também da capacidade a instalar, e isto com o propósito de construir uma rede de cuidados mais equitativa. Serão, assim, considerados três objetivos de equidade – equidade de acesso, equidade geográfica e equidade socioeconómica. Serão também contabilizados os custos, mas na forma de restrições do modelo. A função

objetivo do modelo incorpora estes múltiplos objetivos de equidade através da atribuição de pesos que são obtidos com recurso à metodologia *Measuring Attractiveness by a Category-Based Evaluation Technique* (MACBETH). A utilidade do modelo é ilustrada através da sua aplicação a um caso de estudo na região da Grande Lisboa em Portugal.

Palavras-chave: Serviços de saúde; planeamento de cuidados continuados; programação matemática; equidade; multi-objetivo; MACBETH

1. INTRODUÇÃO

Os cuidados continuados integrados (CCI) envolvem a prestação de cuidados de saúde e apoio social a indivíduos que perderam total ou parcialmente a sua capacidade de autocuidado devido a doença crónica e/ou incapacidade [1]. Embora a maioria dos países desenvolvidos já assegure a oferta destes cuidados de forma integrada nos seus sistemas de saúde, os países em desenvolvimento estão ainda em fases iniciais de desenvolvimento destes cuidados, e, em alguns casos, ainda nada foi feito [2].

Estudos anteriores mostram que não existe um modelo de prestação e organização único para estes cuidados. De facto, existem diferenças vincadas entre vários países, nomeadamente nos seguintes aspetos [3]: i) existência de diferentes tipologias de serviços (por exemplo, desde serviços de internamento de curta duração a internamentos de longa duração); ii) existência de diferentes formas de gerir a responsabilidade na prestação de cuidados (compartilhada entre a família e os setores público e privado); e iii) existência de diferenças nas fronteiras entre os serviços de saúde e de apoio social. Por exemplo, os sistemas escandinavos, como os da Dinamarca e da Finlândia, têm uma forte tradição de prestação pública de CCI, enquanto em países como a Alemanha, França e Portugal os serviços de CCI são maioritariamente prestados pelo setor privado (principalmente sem fins lucrativos) [4]. Adicionalmente, muitos países europeus (como Portugal, Itália e Inglaterra) têm a oferta de CCI integrada no Serviço Nacional de Saúde (SNS), o qual estabelece cobertura universal e acesso tendencialmente gratuito aos cuidados [5-7], modelo bastante diferente daquele atualmente em vigor em países como os EUA em que a cobertura universal não se aplica [8].

Vários são os desafios reconhecidos no setor dos CCI quando se olha para o contexto Europeu. É amplamente reconhecido que a necessidade de CCI está a aumentar a uma escala global, principalmente devido ao aumento da esperança média de vida e da prevalência de doenças crónicas, assim como à crescente participação das mulheres no mercado de trabalho [9]. No entanto, a oferta atual de CCI está longe

de ser suficiente para satisfazer estas necessidades [10]. E como consequência, tem-se vindo a recorrer de forma cada vez mais frequente aos recursos disponíveis no setor dos agudos para dar resposta a doentes que necessitam de CCI. Mas como as necessidades dos doentes que necessitam de CCI normalmente não justificam a oferta de cuidados especializados e de tecnologia mais avançada, esta utilização acaba por resultar em ineficiências e custos mais elevados que poderiam ser evitados se existisse uma oferta adequada de CCI. Por exemplo, o custo médio de um doente a receber cuidados em regime de internamento na Rede Nacional de Cuidados de Continuados Integrados (RNCCI) em Portugal foi de 82€ por dia em 2009, enquanto o custo médio diário no setor de agudos foi de 403€ [11]. Além disso, e à semelhança do que acontece também em Portugal, muitos países europeus enfrentam atualmente graves cortes orçamentais, o que naturalmente exige ações urgentes que possam contribuir para corrigir esta utilização desajustada de recursos no setor da saúde. Nesse contexto, torna-se evidente o porquê de o planeamento da oferta de CCI ser atualmente uma das grandes prioridades para as políticas de saúde de vários países. E este planeamento é particularmente relevante e urgente para países baseados num SNS, onde devem ser considerados os limites orçamentais impostos para o setor da saúde, bem como a promoção da equidade na prestação de serviços, equidade esta que pode ser medida de várias formas [12].

Este tipo de planeamento no setor da saúde, assim como as decisões a si associadas, tem sido apoiado com recurso a diferentes metodologias [13], sendo os modelos de programação matemática os que têm sido mais utilizados para esse fim [14]. A maioria desses modelos baseia-se na prossecução de um único objetivo [15], mas tem vindo a verificar-se uma grande evolução no que se refere ao desenvolvimento de abordagens multi-objetivo [16-22]. Este tipo de abordagem (multi-objetivo) tem-se revelado de grande importância neste setor, já que o planeamento da oferta de serviços de saúde envolve muitas vezes decisões difíceis que dependem de uma grande variedade de objetivos, os quais entram frequentemente em conflito entre si [16]. De entre esses objetivos, a equidade, que pode ser definida de diversas formas, é um dos objetivos que tem sido mais citado na literatura na área de políticas de saúde [23]. No entanto, até onde conseguimos apurar, a maioria dos estudos de planeamento aplicados ao setor da saúde acaba por se basear num único objetivo de política relacionado com a equidade, sendo que não se identificou qualquer estudo multi-objetivo a contemplar a análise conjunta de diferentes objetivos de equidade neste setor. E isto apesar de ser reconhecido que alguns objetivos de equidade podem entrar em conflito entre si, como é o caso dos objetivos de equidade geográfica e socioeconómica [24]. Além disso, deve-se também incluir nestes modelos um horizonte de planeamento em que a oferta de cuidados pode ser ajustada ao longo do tempo, permitindo assim o planeamento da abertura e encerramento de serviços, expansões ou reduções de capacidade e a realocação de capacidade entre diferentes

serviços ao longo do tempo [25]. E este planeamento multi-período também não tem sido frequentemente explorado em estudos anteriores focados no planeamento da oferta de cuidados de saúde, tanto a um nível estratégico como a um nível tático.

Embora seja reconhecida a relevância de se apostar no desenvolvimento de modelos que contabilizem todos estes aspetos de forma conjunta, esta não tem sido a prática recorrente por parte da grande maioria dos estudos de planeamento desenvolvidos no setor da saúde. E muito poucos estudos têm sido desenvolvidos e aplicados considerando o contexto particular do sector dos CCI.

Tendo em vista contribuir para a literatura nesta área, este estudo propõe um modelo de programação matemática multi-objetivo e multi-período para apoiar o planeamento a médio prazo de uma rede de CCI no contexto de países baseados num SNS – modelo daqui em diante designado por *LTCMOPE* (com LTC para *Long-term Care* e *MOPE* para Multi-Objetivo e multi-PERíodo). Este modelo visa informar os decisores envolvidos no planeamento da oferta de CCI sobre como melhor evoluir no sentido de garantir a oferta equitativa de CCI em regime de internamento, considerando para isso diferentes dimensões de equidade. Este modelo fornece assim informações focadas na localização e capacidade dos serviços de internamento, assim como nos custos associados. Em particular, este modelo poderá apoiar a tomada de decisão sobre os seguintes aspetos: i) onde e quando localizar novos serviços de internamento, e com que capacidade; ii) como distribuir geograficamente essa capacidade entre os serviços instalados e grupos de doentes; iii) que mudanças são necessárias na rede ao longo do tempo (por exemplo, aumento ou redução de capacidade; e abertura ou encerramento de serviços); e iv) qual o impacto dessas mudanças nos objetivos de equidade e nos custos. Para fins de planeamento, são consideradas as seguintes tipologias de serviços de internamento, as quais são oferecidas em diversos países, incluindo em Portugal [26]: cuidados de convalescença (CC), cuidados de média-duração e reabilitação (CMDR), cuidados de longa-duração e manutenção (CLDM) e cuidados paliativos (CP). De forma alinhada com a literatura na área das políticas de saúde e com as preocupações reconhecidas pelos decisores no setor dos CCI, são considerados três objetivos de política relacionados com a equidade [24,27]: i) equidade de acesso; ii) equidade geográfica; e iii) equidade socioeconómica. Diferentes coeficientes de ponderação são atribuídos a cada objetivo de equidade, sendo esses coeficientes obtidos com base na metodologia *Measuring Attractiveness by a Category-Based Evaluation TecHnique* (MACBETH) [28-29], sendo esta metodologia aplicada juntamente com decisores com responsabilidades no que se refere ao planeamento no setor dos CCI em Portugal. O modelo é aplicado ao nível dos concelhos da região da Grande Lisboa em Portugal para o período 2012-2016.

Com base nessas características, este estudo vem fechar um *gap* identificado na literatura de planeamento no setor da saúde, ao propor um modelo genérico que

visa apoiar o planeamento de médio prazo (e, conseqüentemente, o financiamento) no setor dos CCI. Em particular, o modelo desenvolvido visa apoiar a tomada de decisão em termos da seleção de localizações para os serviços de internamento e respetivas capacidades, tendo em conta o objetivo de garantir a prestação equitativa em múltiplas dimensões de equidade, e permitindo avaliar ajustes na oferta de cuidados ao longo do tempo.

Este artigo está organizado da seguinte forma. A revisão da literatura é apresentada na Seção 2. O problema de planeamento em estudo é descrito na Seção 3, e o modelo proposto é formulado na Seção 4. A Seção 5 apresenta o caso de estudo em análise e discute os principais resultados. Algumas conclusões e linhas de pesquisa futuras são apresentadas na Seção 6.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O planeamento da oferta de cuidados de saúde envolve a definição da localização das instalações e respetivas capacidades [13]. Este problema tem vindo a ser trabalhado na literatura ao longo da última década [16,17,30-32], sendo a programação matemática a abordagem mais comumente utilizada com esse propósito [14]. Neste artigo seguimos essa tendência e desenvolvemos um modelo de programação matemática multio-objetivo e multi-período para apoiar a tomada de decisão no que se refere ao planeamento de redes de CCI. Embora as abordagens multi-período tenham sido vastamente utilizadas para fins de planeamento a nível operacional (ver, por exemplo, [33]), a sua utilização em contexto de planeamento estratégico e tático para fins de localização de infraestruturas no setor da saúde tem sido limitada (ver a primeira coluna da Tabela 1). O foco desta revisão será, assim, em estudos baseados na aplicação de abordagens multi-objetivo ao setor de saúde, analisando-se em detalhe quais os objetivos de planeamento que têm sido mais utilizados para esse fim, dando-se especial ênfase aos objetivos de equidade. São também revistos estudos aplicados ao contexto particular dos CCI.

2.1. Modelos de programação matemática multi-objetivo

A maioria dos modelos de programação matemática desenvolvidos para o apoio ao planeamento da oferta de cuidados de saúde tem vindo a basear-se na utilização de um único objetivo [15], muito embora seja reconhecido que a prestação destes cuidados está normalmente dependente de vários objetivos que muitas vezes entram em conflito entre si [16]. No entanto, apesar de ao longo da última década ter vindo a verificar-se um crescente interesse pelo desenvolvimento de abordagens

multi-objetivo, ainda são poucos os estudos a propor modelos que contabilizam múltiplos objetivos (e de entre esses estudos, a eficiência e a equidade de acesso representam os objetivos mais utilizados [18-20]). Stummer et al. [16] propuseram uma abordagem multi-objetivo para apoiar a tomada de decisão relacionada com a localização e capacidade dos departamentos médicos numa rede hospitalar, considerando como objetivos a minimização do tempo total de percurso para aceder aos serviços, do número de doentes não atendidos e do número de alterações necessárias à rede atual. A minimização do tempo de percurso também foi considerada por Mestre et al. [34], mas neste caso em conjunto com a minimização de custos. A minimização do número de novas camas, enfermeiros e médicos [21-22], a maximização da saúde da população [35] e a minimização de custos fixos e variáveis [36-37] são outros dos objetivos adicionais utilizados no âmbito do desenvolvimento de modelos de programação matemática multi-objetivo.

Diferentes abordagens têm sido utilizadas para lidar com múltiplos objetivos no contexto da saúde. Stummer et al. [16] e Mitropoulos et al. [18] determinaram o conjunto de soluções eficientes usando um algoritmo *tabu search* e um método de restrições (*constraint method*), respetivamente. Outros autores utilizaram abordagens de programação por metas [21] e métodos de ponderação [17,20]. No entanto, as metas e pesos necessários para aplicar as abordagens multi-objetivo seguidas nestes estudos foram escolhidos de forma arbitrária, sem qualquer análise relacionada com o significado desses parâmetros ou sobre os julgamentos (por parte dos decisores) necessários para os obter. Uma exceção refere-se ao estudo de priorização de metas (numa abordagem de programação por metas) com o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP) [38].

2.2. Objetivos de equidade para fins de planeamento na saúde

A equidade representa um dos objetivos fundamentais a ter em conta para o planeamento da oferta de cuidados de saúde em contexto de um SNS, sendo a forma de assegurar uma distribuição justa ou equitativa dos cuidados [12,39]. No entanto, não existe um conceito único de equidade que possa ser utilizado para fins de planeamento [40]. Dois conceitos chave de equidade referem-se a [24,40-41]: i) equidade geográfica e ii) equidade socioeconómica. Enquanto a equidade geográfica está tipicamente relacionada com a distribuição ou utilização geográfica dos serviços, a equidade socioeconómica está relacionada com as diferenças de utilização entre diferentes grupos socioeconómicos. Existem várias definições alternativas tanto para a equidade geográfica como para a equidade socioeconómica [41], como por exemplo diferenças na utilização em diferentes áreas geográfica [42], diferenças no acesso medido pelo tempo percorrido até aos serviços [32,34,42-43], diferenças nos

cuidados prestados a populações prioritárias [44] e diferenças nos tratamentos entre grupos socioeconómicos distintos [45].

No entanto, embora as equidades socioeconómica e geográfica tenham vindo a ser citadas na literatura como sendo as duas dimensões de equidade que devem ser consideradas na construção de modelos que tenham como fim o apoio ao planeamento e formulação de políticas de saúde no contexto dos países baseados num SNS [27], não se identificou qualquer estudo focado na análise combinada de ambas estas dimensões para fins de planeamento no setor da saúde.

2.3. Planeamento da oferta de Cuidados Continuados Integrados

Apesar da elevada prioridade atribuída ao planeamento da oferta de CCI em muitos países, este planeamento tem sido muito pouco estudado usando modelos de otimização como base [46]. Greene et al. [47] propuseram um dos primeiros modelos de otimização construídos para o efeito – trata-se de um modelo mono-objetivo focado na análise da relação custo-benefício associada à oferta de CCI no domicílio.

Tabela 1. Características consideradas como essenciais para o apoio ao planeamento da oferta de cuidados de saúde em geral, e de CCI em particular

Estudo	Multi- -período	Multi- -objetivo	Múltiplos objetivos de equidade	Informações sobre preferências dos decisores quando são considerados vários objetivos	Aplicações ao setor dos CCI
Stummer et al. [16]		✓			
Santibanez et al. [17]	✓	✓			
Mitropoulos et al. [18]		✓			
Cho [19]		✓			
Smith et al. [20]		✓			
Odoye et al. [21]		✓			
Abdelaziz e Masmoudi [22]		✓			
Mestre et al. [34]	✓	✓			
Koyuncu e Erol [35]		✓			
Lee e Kwak [38]		✓		✓	
Oliveira e Bevan [42]			✓		
Greene et al. [47]					✓
Cinammon et ai. [48]					✓
Kim e Kim [49]					✓
Zhang et al. [50]	✓				✓
Shroff et al. [51]		✓			✓
LTCMOPE	✓	✓	✓	✓	✓

Lin et al. [46] propuseram um modelo mono-objetivo para apoio ao planeamento da capacidade de serviços domiciliários focado na minimização dos custos. Cinnamon et al. [48] e Kim e Kim [49] centraram-se no estudo da localização das instalações de CCI, sem analisar a capacidade dos serviços. Mais recentemente, Zhang et al. [50] propuseram uma abordagem de otimização-simulação para definir a capacidade, em camas de CCI, ao longo de um horizonte de planeamento de vários anos, tendo como propósito atingir níveis de serviço previamente definidos como meta. Até onde sabemos, Shroff et al. [51] foram os únicos autores a desenvolver um modelo multi-objetivo para fins de apoio ao planeamento de CCI, utilizando *Data Envelopment Analysis* para esse efeito.

A Tabela 1 identifica as características consideradas como essenciais para o planeamento da oferta de cuidados de saúde em geral e de CCI em particular, sendo também aqui resumidos quais os principais estudos a analisar essas mesmas características. Esta tabela mostra assim que há espaço para a construção de novos modelos mais abrangentes para apoiar os decisores no planeamento de redes de CCI. Nesse contexto, este artigo propõe o modelo LTC_{MOPE} .

3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Este estudo foca-se no problema de planeamento da oferta de CCI no médio prazo (ou seja, a um nível tático), considerando três importantes objetivos de equidade – equidade de acesso, equidade geográfica e equidade socioeconómica. Abaixo segue-se uma descrição detalhada do problema em estudo.

3.1. A Rede de Cuidados Continuados Integrados

A fim de compreender as principais características que um modelo de apoio ao planeamento de CCI deve respeitar, é necessário ter as informações básicas sobre a organização, planeamento e financiamento de redes de CCI no contexto de países baseados num SNS. Este sistema existe atualmente em Portugal [5], Itália [6] e em Inglaterra [7], sendo que neste estudo se recorre à rede de CCI atualmente em funcionamento em Portugal Continental como referência.

A componente de cuidados de saúde prestada em Portugal no âmbito dos CCI caracteriza-se por uma cobertura universal, de acesso tendencialmente gratuito, financiado por receitas fiscais, e por uma prestação de cuidados assegurada por um misto de prestadores públicos e privados [5]. No entanto, a oferta de CCI em Portugal tem sido tradicionalmente muito reduzida, muito devido à dependência de cuidados informais (fundamentalmente assegurados pelas famílias) e à falta de investimento público na área. E foi neste contexto que em 2006 foi criada a Rede Nacional

de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI), criação esta muito impulsionada pelo crescente reconhecimento de que existia um envolvimento muito limitado do setor público no setor dos CCI, assim como de que melhorias na cobertura de CCI poderiam resultar em melhorias significativas no desempenho do sistema de saúde (por exemplo, substituindo as dispendiosas admissões hospitalares em agudos por admissões em unidades de CCI mais baratas). A RNCCI é responsável pela prestação de cuidados de saúde e apoio social para indivíduos que pertençam aos grupos seguintes: a) dependem de terceiros para realizar as suas atividades diárias, b) idosos fragilizados, c) severamente incapacitados e/ou d) gravemente doentes, em fase avançada ou terminal [7,52-53]. Para o propósito deste estudo, apenas será considerada esta componente de cuidados de saúde.

O Estado (principalmente através da RNCCI) é responsável pelo planeamento e financiamento da prestação de CCI dentro da rede, tendo no entanto um papel muito limitado como prestador de CCI [5]. Os principais prestadores de cuidados são instituições privadas sem fins lucrativos. O Estado assina contratos com os prestadores de cuidados e paga em função da tipologia de serviços prestados [54]. Esses serviços incluem cuidados de convalescença (CC), cuidados de média duração e reabilitação (CMDR), cuidados de longa-duração e manutenção (CLDM) e cuidados paliativos (CP), sendo estes serviços destinados a indivíduos em diferentes circunstâncias mas que não possam receber cuidados em casa:

- › CC para indivíduos que necessitam de serviços de reabilitação intensiva e de curta duração;
- › CMDR para indivíduos que não necessitam de cuidados tecnologicamente diferenciados, mas que requerem períodos de institucionalização mais longos do que os normalmente encontrados nos serviços de CC;
- › CLDM por prevenir maiores graus de dependência, permitindo internamentos mais longos do que os encontrados nos serviços de CC e de CMDR;
- › CP para indivíduos que sofrem de doenças graves e/ou incuráveis.

A oferta destes CCI em regime de internamento está associada a diferentes tempos de permanência (*length of stay*, LOS) [26] e caracteriza-se por taxas de ocupação tipicamente elevadas, por vezes atingindo valores superiores a 90% em Portugal [55%].

O Estado, através das Administrações Regionais de Saúde, organiza a oferta de CCI no âmbito da RNCCI (assim como o financiamento correspondente), sendo o acesso à mesma assegurado através de dois canais distintos [52]: se os doentes já estiverem num hospital do SNS a receber CCI ou outro tipo de cuidados de saúde, o hospital é responsável pela sua avaliação e encaminhamento para a RNCCI; por outro lado, se os doentes estiverem em casa ou num hospital privado, deve ser feita uma avaliação por um prestador de cuidados primários antes do seu encaminhamento. Os encaminhamentos

são enviados às autoridades regionais que são responsáveis por alocar cada doente ao serviço mais adequado (de acordo com suas condições de saúde e financeiras) e ao serviço disponível que esteja mais próximo da sua área de residência [53]. Se não houver camas disponíveis na área de residência dos doentes, as autoridades competentes devem atribuí-los aos serviços disponíveis mais próximos. Se não houver camas disponíveis em qualquer área geográfica, os doentes ficam em lista de espera [3].

No que se refere à atual oferta de CCI em Portugal, esta ainda está longe de satisfazer as necessidades de cuidados por parte da população portuguesa [56]. Por exemplo, em 2012 existia uma lista de espera de cerca de 1,100 doentes para receber CCI dentro da RNCCI [57]. Neste contexto, é possível concluir que existe claramente a necessidade de desenvolver ferramentas que apoiem os decisores políticos na organização dos serviços de internamento no âmbito da rede de CCI – envolvendo esta organização decisões relacionadas com localização dos serviços e dimensionamento das suas capacidades (em número de camas), distribuição das camas entre serviços e grupos de doentes, assim como com mudanças na rede ao longo do tempo –, e tudo isto tendo em vista a prossecução de objetivos de equidade, os quais são detalhados abaixo.

3.2. Objetivos

A literatura na área indica que os principais objetivos da política de saúde para qualquer sistema baseado num SNS devem incluir i) a garantia da cobertura universal da procura de cuidados (com acesso tendencialmente gratuito), ii) a promoção da igualdade de acesso à saúde para todos os cidadãos (independentemente da sua situação financeira e distribuição geográfica), iii) a promoção da equidade na distribuição de recursos e uso dos serviços de saúde e iv) a redução das desigualdades socioeconómicas em saúde [5,12,28]. Estes objetivos podem ser operacionalizados da seguinte forma:

1. Equidade de acesso [EA]: minimização do tempo total de percurso até aos serviços de saúde, garantindo que todos aqueles que necessitem de CCI recebem os cuidados de que necessitam no local mais próximo da sua área de residência, e garantindo ainda que os cuidados são fornecidos ao maior número possível de indivíduos necessitados (na verdade, este objetivo acaba por englobar dois objetivos de equidade);
2. Equidade geográfica [GE]: minimização das necessidades não satisfeitas na(s) área(s) geográfica(s) com o nível de necessidades insatisfeitas mais elevadas. Este objetivo assegura, assim, a melhor prestação de cuidados possível na(s) área(s) geográfica(s) com o pior nível de oferta;
3. Equidade socioeconómica [SE]: minimização das necessidades não satisfeitas para o(s) grupo(s) da população com menores rendimentos. Este objetivo

garante, assim, a melhor prestação de cuidados possível aos grupos que tenham menor capacidade para pagar por esses cuidados, evitando assim situações de pobreza ou dependência financeira.

Estes objetivos foram também reconhecidos como importantes pela Chefe da Equipa de Coordenação Regional para os Cuidados Continuados Integrados da Autoridade Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo (ARS LVT), que participou neste estudo como decisor com vasto conhecimento e experiência no setor dos CCI. As suas preferências foram tidas em conta para fins da construção do modelo LTC_{MOPE} assim como para a sua aplicação ao caso de estudo.

3.3. Horizonte e decisões de planeamento

A inclusão de um horizonte de planeamento dividido em múltiplos períodos de tempo, ao longo dos quais podem ocorrer mudanças na oferta de CCI, surge como um aspeto essencial a ser incluído no modelo de planeamento, dando resposta à natureza incerta da procura de CCI ao longo do tempo [56]. Já relativamente às decisões de planeamento, são consideradas as seguintes:

- › Onde e quando localizar novos serviços de internamento, tanto em unidades já existentes como em novas unidades que venham a ser instaladas para o efeito?
- › Qual a capacidade (em número de camas) na qual se deve investir em cada período de tempo? Como deve essa capacidade ser distribuída entre serviços, unidades e grupos de doentes?
- › Como redistribuir a capacidade (camas) existente entre serviços e grupos de doentes ao longo do tempo? A Fig. 1 mostra os três tipos de redistribuições permitidas: entre diferentes serviços na mesma unidade (setas a cheio); entre serviços do mesmo tipo, mas em unidades diferentes (setas ponteadas); e entre unidades e serviços diferentes (setas a tracejado).

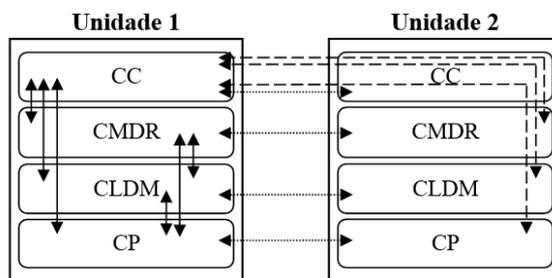


Figura 1. Redistribuições de camas permitidas na rede de CCI

O modelo proposto neste estudo (LTCMOPE) visa assim informar o planeamento da oferta de CCI em regime de internamento em linha com a promoção dos três objetivos de equidade mencionados acima. Em particular, e como ilustraremos no caso de estudo, o modelo poderá ser utilizado para dar resposta a diferentes contextos de planeamento: como reorganizar a oferta de CCI em regime de internamento dentro dos limites orçamentais em vigor, e quais as melhorias de equidade que se conseguem alcançar nesse contexto; ou como reorganizar essa mesma oferta de forma a alcançar metas de equidade definidas pelos decisores, e a que custo. E estas alterações na oferta de cuidados (por exemplo, através da criação de capacidade adicional ou do ajuste de capacidade) podem corresponder a situações em que o Estado fornece novos serviços ou altera contratos com fornecedores não governamentais para prestarem esses serviços.

Neste contexto, a Fig. 2 resume as principais características do modelo proposto, sendo possível identificar as principais decisões de planeamento, assim como os principais inputs necessários à sua aplicação, de entre os quais os coeficientes de ponderação a ser atribuídos aos múltiplos objetivos de equidade (explicados em detalhes na seção 4.2).

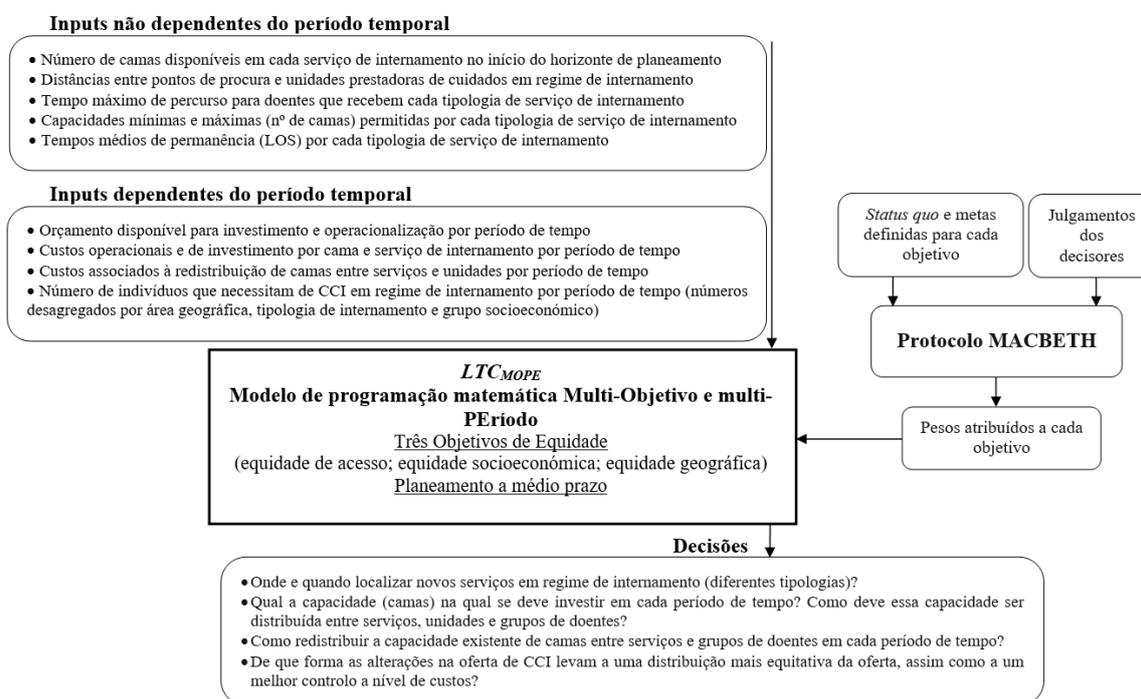


Figura 2. Inputs necessários ao modelo LTC_{MOPE} , e decisões de planeamento que podem ser apoiadas com base nos resultados obtidos através da sua aplicação

4. MODELO LTC_{MOPE}

O modelo LTC_{MOPE} é apresentado em detalhe nesta seção. Começa-se por introduzir a notação utilizada para fins da sua formulação matemática, e em seguida, apresenta-se a formulação da função objetivo e restrições.

4.1. Notação

Índices

t, w	Períodos de tempo
d	Pontos de procura
g	Grupos socioeconómicos
l, j	Localizações/unidades onde os serviços são prestados
s, p	Serviços de CCI em regime de internamento

Conjuntos

T	Conjunto de períodos de tempo
D	Conjunto de pontos de procura
L	Conjunto de localizações/unidades onde os serviços são prestados
S	Conjunto de CCI em regime de internamento
$G = G^P \cup G^{NP}$	Conjunto de grupos socioeconómicos, divididos em subconjuntos G^P (grupos de indivíduos com prioridade por terem níveis de rendimento mais baixos, $g \in G^P \subseteq G$) e G^{NP} (grupos de indivíduos que não têm prioridade por terem maiores níveis de rendimento, $g \in G^{NP} \subseteq G$)
$V = \{(s, l) : s \in S, l \in L\}$	Conjunto de serviços prestados na localização l no início do horizonte de planeamento
$Z = \{(s, l) : s \in S, l \in L\}$	Conjunto de serviços não prestados na localização l no início do horizonte de planeamento

Parâmetros

EB_{sl}	Número de camas disponíveis no serviço de internamento s localizados em l no início do horizonte de planeamento
$\underline{NB}_s / \overline{NB}_s$	Número mínimo/máximo de camas permitido no serviço de internamento s
LOS_s	Tempo médio de permanência (em dias) no serviço de internamento s
I_{dgst}	Número de indivíduos residentes no ponto de procura d pertencentes ao grupo socioeconómico g a necessitar de receber cuidados no serviço de internamento s em t
IP_{dt}	Número de indivíduos residentes no ponto de procura d a necessitar de receber cuidados em regime de internamento em t
ILL_t	Número de indivíduos pertencentes ao grupo com menores rendimentos ($g \in G^P \subseteq G$) a necessitar de receber cuidados em regime de internamento em t
BI_t	Orçamento anual disponível para investimento na rede de CCI em t

BO_t	Orçamento anual disponível para operacionalizar a rede de CCI em t
r_t	Taxa de inflação em t
α_{st}	Custo de investimento associado a nova cama no serviço de internamento s em t
β_{st}	Custo operacional associado a nova cama no serviço de internamento s em t
χ_{st}	Custo de realocar uma cama para um serviço de internamento s , vindo essa cama de um serviço prestado numa localização diferente em t
δ_{st}	Custo de realocar uma cama para um serviço de internamento s , vindo essa cama de um serviço prestado na mesma localização em t
ε_s	Fator de eficiência associado à prestação do serviço de internamento s
ϕ_{dl}	Tempo de percurso entre o ponto de procura d e a localização l (em minutos)
φ_t	Tempo de percurso máximo total em t (em minutos)
γ	Tempo de percurso máximo admissível por doente que necessita de receber cuidados em regime de internamento (em minutos)
η	Número de dias por período de tempo no horizonte de planeamento
θ	Parâmetro auxiliar de valor muito elevado
$MT^{EA}, MT^{GE}, MT^{SE}$	Metas estabelecidas pelos decisores, correspondentes aos níveis que se deseja alcançar no médio prazo para cada dimensão de equidade
$SQ^{EA}, SQ^{GE}, SQ^{SE}$	Status Quo (SQ), correspondentes aos níveis de equidade atuais
$\rho_{tw}^{EA}, \rho_{tw}^{GE}, \rho_{tw}^{SE}$	Melhoria mínima de equidade que se deseja alcançar entre o período t e o período w
$q^{EA}(\bar{q}^{EA}, \underline{q}^{EA})$	Peso a atribuir ao objetivo de equidade de acesso antes do seu reescalonamento, com limites superior e inferior entre parênteses (o mesmo se aplica aos objetivos de equidade geográfica e socioeconómica)
$w^{EA}(\bar{w}^{EA}, \underline{w}^{EA})$	Peso a atribuir ao objetivo de equidade de acesso, com limites superior e inferior entre parênteses (o mesmo se aplica aos objetivos de equidade geográfica e socioeconómica)
Variáveis	
X_{slt}	Igual a 1 se o serviço de internamento s for prestado na localização l em t ; 0 caso contrário
Y_{slt}	Igual a 1 se pelo menos uma cama for realocada para o serviço de internamento s prestado na localização l em t ; 0 caso contrário
Z_{slt}	Igual a 1 se houver investimento em novas camas para a o serviço de internamento s prestado na localização l em t ; 0 caso contrário
R_{dgslt}	Proporção de indivíduos residentes no ponto de procura d pertencentes ao grupo socioeconómico g a receber cuidados no serviço de internamento s prestado na localização l em t
RP_{dt}	Número de indivíduos residentes no ponto de procura d a receber cuidados em regime de internamento em t
RLI_t	Número de indivíduos pertencentes ao grupo com menores rendimentos ($g \in G^p \subseteq G$) a receber cuidados em regime de internamento em t
AB_{slt}	Número de novas camas nas quais há necessidade de haver investimento para o serviço de internamento s prestado na localização l em t

$B_{dgs}t$	Número de camas disponibilizadas para indivíduos residentes no ponto de procura d pertencentes ao grupo socioeconómico g a receber cuidados no serviço de internamento s prestado na localização l em t
$RB_{slpj}^{in} / RB_{slpj}^{out}$	Número de camas realocadas para/de o serviço de internamento s prestado na localização l do/para o serviço de internamento p prestado na localização j em t
U_t^{tot}	Tempo total de percurso (em minutos) em t
U_t^{pen}	Penalização (em minutos) relacionada com os indivíduos que não recebem os cuidados de que necessitam em t
f^{EA}, f^{GE}, f^{SE}	Objetivos de equidade
$E_t^{EA}, E_{dt}^{GE}, E_t^{SE}$	Medidas de equidade definidas para cada objetivo de equidade em t (e para o ponto de procura d no caso da equidade geográfica)
$LE^{EA}, LE^{GE}, LE^{SE}$	Nível de equidade alcançado no Caso A para cada objetivo de equidade

4.2. Promoção de melhorias na equidade através da função objetivo

Após a seleção dos objetivos, é necessário avançar para a sua operacionalização, e tratando-se de uma função multi-objetivo, é ainda necessário definir os pesos associados. Nesse sentido, a função multi-objetivo construída com base nos objetivos de equidade analisados na Seção 3.2 encontra-se detalhada nesta seção, juntamente com a descrição do processo de construção dos respetivos pesos em conjunto com os decisores do setor dos CCI e usando como base a abordagem MACBETH.

4.2.1. Operacionalização dos objetivos de equidade

Com base na informação apresentada na Seção 3.2, propõe-se a operacionalização dos três objetivos de equidade (f^{EA} , f^{GE} e f^{SE}) usando como base três medidas de equidade diferentes (E_t^{EA} , E_{dt}^{GE} e E_t^{SE}):

1. Equidade de acesso (EA) – $Min f^{EA}$: minimização do tempo total de percurso (desde o domicílio até à unidade onde recebem cuidados) dos doentes que recebem CCI em regime de internamento (Eqs. (1-4)). A otimização deste objetivo permitirá assim ajustar a oferta atual de CCI de forma a alcançar o máximo valor possível de EA (sendo que o mesmo raciocínio se aplica aos restantes objetivos de equidade). Esta melhoria na EA implicará mudanças graduais na oferta de CCI ao longo do tempo, esperando-se alcançar o

máximo valor de EA no final do horizonte de planeamento (ver a Seção 4.3 para mais detalhes). A penalização U_t^{pen} (Eq. (4)) é usada para garantir que os cuidados são prestados ao maior número possível de indivíduos a necessitar desses cuidados, assumindo que aqueles que não recebem esses cuidados incorrem no tempo máximo de percurso até aos serviços;

$$\text{Min } f^{EA} = E_{t=|T|}^{EA} \quad (1)$$

$$E_t^{EA} = \frac{U_t^{tot} + U_t^{pen}}{\varphi_t} \quad (2)$$

$$U_t^{tot} = \sum_{d \in D} \sum_{g \in G} \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} \phi_{ll} R_{dgsll} I_{dgst} \quad \forall t \in T \quad (3)$$

$$U_t^{pen} = \sum_{d \in D} \sum_{g \in G} \sum_{s \in S} \gamma \times \left(I_{dgst} - \sum_{l \in L} R_{dgsll} I_{dgst} \right) \quad \forall t \in T \quad (4)$$

- Equidade Geográfica (GE) – $\text{Min } f^{GE}$: minimização das necessidades não satisfeitas na área geográfica com o nível de necessidades insatisfeitas mais elevadas (Eqs. (5-7)). Por exemplo, um valor de 0,3 para este objetivo significa que 30% dos indivíduos a necessitar de receber CCI em regime de internamento e a residir no ponto de procura com o nível de oferta mais baixo não recebem esses cuidados;

$$\text{Min } f^{GE} \geq E_{d(t=|T|)}^{GE} \quad \forall d \in D \quad (5)$$

$$E_{dt}^{GE} = \left(1 - \frac{RP_{dt}}{IP_{dt}} \right) \quad \forall d \in D, t \in T \quad (6)$$

$$RP_{dt} = \sum_{g \in G} \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} R_{dgsll} I_{dgst} \quad \forall d \in D, t \in T \quad (7)$$

- Equidade socioeconómica (SE) – $\text{Min } f^{SE}$: minimização das necessidades não satisfeitas para o grupo da indivíduos com menores rendimentos (Eqs. (8-10)). Por exemplo, um valor de 0,2 para este objetivo significa que 20% dos indivíduos a necessitar de receber CCI em regime de internamento

e pertencentes ao grupo com menor nível de rendimentos ($g \in G^p \subseteq G$) não recebem esses cuidados.

$$\text{Min } f^{\mathbb{E}} = E_{t=|T|}^{\mathbb{E}} \quad (8)$$

$$E_t^{\mathbb{E}} = \left(1 - \frac{RLI_t}{ILI_t}\right) \quad \forall t \in T \quad (9)$$

$$RLI_t = \sum_{d \in D} \sum_{g \in G^p} \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} R_{dgs} I_{dgst} \quad \forall t \in T \quad (10)$$

Estes três objetivos de equidade são relevantes para qualquer sistema de saúde baseado num SNS, como é o caso de Portugal e Inglaterra. O primeiro objetivo (EA) está alinhado com o objetivo de equidade proposto por Mehrez et al. [43] e Mestre et al. [32]. O segundo objetivo é semelhante ao objetivo *minimax* proposto por Eiselt e Laporte [59], sendo a distância aqui substituída pela percentagem de necessidades não satisfeitas. As medidas utilizadas para cada objetivo foram construídas tendo por base uma escala comum [0,1], tendo-se para isso dividido o tempo de percurso pelo tempo total máximo de percurso (para f^{EA}), assim como a população com necessidades satisfeitas pela população total com necessidades (para f^{GE} e f^{SE}). Embora esta normalização não seja estritamente necessária, já que seria possível ter utilizado outras escalas, a normalização permite atribuir um significado substantivo aos melhores e piores níveis associados a cada medida de equidade (correspondendo a 0 e 1, respetivamente), facilitando o entendimento do quão relevantes são as melhorias entre o pior e o melhor nível em cada medida. Subjacente às três funções objetivo está o pressuposto de que as melhorias alcançadas em cada medida de equidade são sempre igualmente valorizadas.

Para fins de análise de uma rede de CCI, será essencial que os decisores tenham em consideração dois níveis de referência: o *status quo* (SQ) na prestação de cuidados (representado pela atual oferta de CCI e dos níveis de equidade correspondentes); e as metas de equidade a atingir no médio prazo, sendo estas metas definidas como os níveis que se deseja alcançar para os três objetivos de equidade até ao fim do horizonte de planeamento. Esses níveis estão representados na Fig. 3, onde, para cada objetivo, o SQ é denotado por SQ^{EA} , SQ^{GE} e SQ^{SE} , sendo as metas a atingir no médio prazo denotadas por MT^{EA} , MT^{GE} e MT^{SE} . Esses níveis podem assumir valores entre 1 e 0, correspondentes ao melhor e pior nível de prestação de cuidados, respetivamente. Ainda na Fig. 3, as setas indicam a direção de mudança desejável para cada objetivo de equidade (do SQ para a meta). A título de exemplo ilustrativo, os níveis

de referência representados da Fig. 3 podem ser interpretados da seguinte forma: se o SQ para o objetivo SE assumir o valor 0.5 e a meta associada assumir o valor 0.2, significa que metade dos indivíduos com rendimentos mais baixos não está a receber os cuidados de que necessita ao dia de hoje ($SQ^{SE} = 0.5$), tendo-se definido como meta que esse número diminua para apenas 20% até ao fim do horizonte de planeamento ($MT^{SE} = 0.2$).

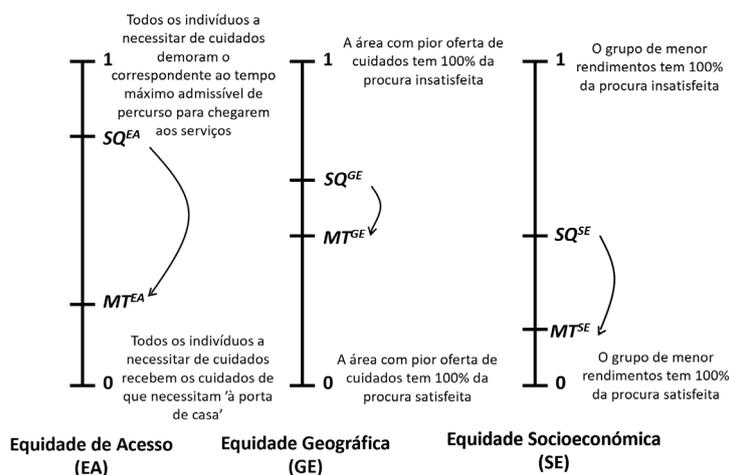


Figura 3. Níveis definidos para cada objetivo de equidade

4.2.2. Avaliação de melhorias na equidade

Tendo como propósito a prossecução dos três objetivos de equidade em simultâneo, é essencial que se reconheça a impossibilidade de encontrar uma solução ótima na qual todos os objetivos atinjam os seus valores ótimos individuais [60]. Neste contexto, a solução pode passar por identificar soluções de compromisso, as chamadas soluções de Pareto ou soluções não-dominadas. Alternativamente, a melhor solução pode também ser identificada recorrendo a informações de preferência por parte dos decisores. Neste estudo seguimos esta segunda abordagem, optando por recolher informações de preferência que representem as opiniões de um decisor ou grupo de decisores políticos em matéria de saúde com responsabilidades de planeamento no setor dos CCI.

Assim, consideramos que a função objetivo pode ser escrita como a soma ponderada dos três objetivos de equidade, de acordo com a Eq. (11), em que w^{EA} , w^{GE} e w^{SE} representam os pesos (ou importâncias relativas) atribuídos a cada dimensão de equidade [61].

$$\text{Min} \left(w^{EA} f^{EA} + w^{GE} f^{GE} + w^{SE} f^{SE} \right) \quad (11)$$

De seguida explicamos em detalhe o processo de construção e interpretação desses pesos usando a abordagem MACBETH.

Os pesos atribuídos a cada objetivo de equidade permitem a agregação cumulativa das diferentes medidas numa escala comum, devendo ser definidos pelos decisores de modo a refletir o seu sistema de valores e a maior ou menor importância relativa que atribuem a cada objetivo [62-63]. Deve-se notar que, embora muitas abordagens multi-objetivo se baseiem na utilização destes pesos, a forma seguida para obter esses pesos geralmente não é explicada, e o mesmo se aplica ao seu significado substantivo (ou seja, como interpretar esses pesos) [64]. Portanto, especial atenção deve ser dada ao processo de construção destes pesos.

Em consonância com a literatura multi-objetivo, adotamos a designação de objetivos, mas notamos que a literatura de mensuração multicritério usa diferentes designações, por exemplo, critérios e pontos de vista fundamentais [62-63]. E conforme discutido na literatura de análise de decisão, reconhece-se que os pesos não devem ser determinados com base na noção intuitiva de importância de cada objetivo. De facto, de acordo com Keeney [65], este é o erro crítico mais comum na tomada de decisão, pois os pesos devem ser determinados com referência a escalas de impacto objetivas [66-67]. E isto porque diferentes julgamentos (e, conseqüentemente, diferentes pesos) podem ser atribuídos a um mesmo objetivo quando se pede aos decisores para o avaliar tendo simplesmente por base a sua importância versus quando lhes é solicitado para avaliarem a importância de melhorias entre dois níveis de referência específicos. Tendo este contexto como base, de seguida explica-se como a abordagem MACBETH pode ser utilizada para construir os coeficientes de ponderação da Eq. (11) juntamente com decisores na área dos CCI.

MACBETH (*Measuring Attractiveness by a Category-Based Evaluation Technique*) é uma abordagem de apoio à decisão que, seguindo uma visão construtiva, solicita julgamentos qualitativos relativos à diferença de atratividade entre duas opções tendo em vista gerar pontuações para alternativas e pesos para critérios [28]. Esta abordagem tem sido amplamente utilizada em diferentes contextos [29], encontrando-se uma visão geral mais recente em [28]. Embora a abordagem MACBETH tenha sido utilizada principalmente em estudos multicritério de apoio à decisão com vista à avaliação de alternativas [68], aqui seguimos a literatura multi-objetivo e usamos o MACBETH para definir os coeficientes de ponderação a atribuir a cada objetivo de equidade da função objetivo construída para o modelo LTC_{MOPE} .

O procedimento de ponderação seguido na abordagem MACBETH consiste em ‘ancorar em dois níveis de impacto [...] e determinar os pesos indiretamente aplicando MACBETH a julgamentos semânticos holísticos de diferença de atratividade entre ações fictícias definidas pelos níveis definidos como âncoras ‘ (p. 113) [66]. Esta abordagem ajuda a entender o significado substantivo dos pesos do modelo, ou seja, permite explicar claramente como esses pesos podem ser interpretados. O sistema de apoio à decisão M-MACBETH [69] implementa a abordagem MACBETH,

promovendo a sua utilização interativa como forma de apoiar os decisores na quantificação da atratividade relativa das opções e na construção de um modelo de valor. As principais funcionalidades do sistema de decisão M-MACBETH são a identificação de julgamentos inconsistentes (propondo formas de corrigir essas inconsistências) e a conversão de julgamentos qualitativos em pontuações e pesos numéricos (mais informações sobre o sistema de decisão M-MACBETH podem ser encontradas em [70]). No que diz respeito ao modelo LTCMOPE aqui proposto, este modelo assume que as melhorias dentro de cada objetivo de equidade são igualmente valorizadas pelos decisores – o que significa que se assume uma função de valor linear para cada dimensão de equidade.

O protocolo de questões seguido na abordagem MACBETH baseia-se na utilização de dois níveis de referência para cada objetivo, permitindo que os decisores avaliem a importância de diferentes *swings* para diferentes critérios [67]. Neste estudo sugere-se utilizar o SQ e as metas (definidos na seção 4.2.1) para representar esses níveis de referência. De forma a melhor perceber como aplicar este protocolo na prática, considere que partimos de uma rede de CCI caracterizada por níveis de equidade iniciais dados por SQ^{EA} , SQ^{GE} e SQ^{SE} , e considere também que os decisores políticos responsáveis pelo planeamento da rede pretendem alcançar as seguintes metas de equidade: MT^{EA} , MT^{GE} e MT^{SE} (ver Fig. 4a). Considerando este cenário, o protocolo a seguir será o seguinte:

- I. Para começar, pede-se aos decisores para ordenar por ordem decrescente de importância as redes hipotéticas de CCI identificadas na matriz de ponderação MACBETH (Fig. 4b): *considere a rede de serviços existente atualmente, com desempenho nos três objetivos de equidade ao nível do SQ (correspondente à rede [all SQ] na matriz). Se fosse possível melhorar do SQ para a meta em apenas um objetivo de equidade (mantendo os restantes objetivos no SQ), qual seria o objetivo de equidade que selecionaria para ter essa melhoria?* Supondo que os decisores selecionam a equidade socioeconómica, este passa a ser identificado como o objetivo de equidade mais importante. E nesse caso, esta mesma questão deverá ser repetida para os restantes objetivos, comparando a rede [all SQ] com as redes [EA] e [GE] (sendo a rede [EA] correspondente a uma rede de CCI caracterizada por ter equidade de acesso ao nível da meta e com as restantes dimensões de equidade no nível SQ; e com [GE] correspondente a uma rede de CCI caracterizada por ter equidade geográfica ao nível da meta e com as restantes dimensões de equidade no nível SQ). De acordo com a Fig. 4b, vamos supor que os decisores selecionaram a equidade geográfica como o segundo objetivo mais importante;
- II. De seguida, deverão ser colocadas questões aos decisores tendo em vista completar a última coluna da matriz de ponderação MACBETH: *considere que a rede de CCI está aos dias de hoje no nível SQ [all SQ] para todas as dimensões de equidade. Quão importante seria uma melhoria no objetivo mais importante*

(ou seja, na equidade socioeconómica) para a meta (isso é o mesmo que passar da rede [all SQ] para [SE]), usando uma das sete categorias semânticas do MACBETH (nulo, muito fraco, fraco, moderado, forte, muito forte e extremo)? Essa pergunta deve ser repetida para todos os objetivos de equidade;

- III. Posteriormente, os decisores devem responder a mais um conjunto de questões tendo em vista completar a primeira linha da matriz de ponderação MACBETH: pede-se, assim, que os decisores avaliem qualitativamente a diferença de atratividade associada a um *swing* to SQ para a meta no objetivo mais importante quando em comparação com o mesmo *swing* em cada um dos outros dois objetivos. Novamente, devem ser utilizadas as sete categorias semânticas do MACBETH para estas avaliações;
- IV. Finalmente, é colocado um conjunto final de questões para preencher as restantes células da matriz: pede-se, assim, que os decisores comparem os restantes pares de *swings*, ou seja, que avaliem qualitativamente a diferença de atratividade entre um *swing* do SQ para a meta para diferentes objetivos de equidade, com exceção do objetivo que foi selecionado como mais importante (o qual já foi avaliado nas etapas II e III).

Uma vez preenchida a matriz de ponderação MACBETH (note que nem todas as células da matriz precisam de ser preenchidas), o sistema M-MACBETH deteta automaticamente inconsistências (sugerindo revisões nos julgamentos dados pelos decisores de forma a garantir essa consistência), e posteriormente sugere um conjunto de pesos numéricos que seja compatível com julgamentos qualitativos introduzidos na matriz (uma explicação detalhada sobre como esta escala de ponderação é construída está disponível em [28]). Este primeiro conjunto de pesos deve então ser apresentado aos decisores e ajustado até que sejam considerados válidos pelos mesmos – a Fig. 4c mostra uma escala de ponderação ilustrativa obtida após esta validação (q^{EA} , q^{GE} e q^{SE}).

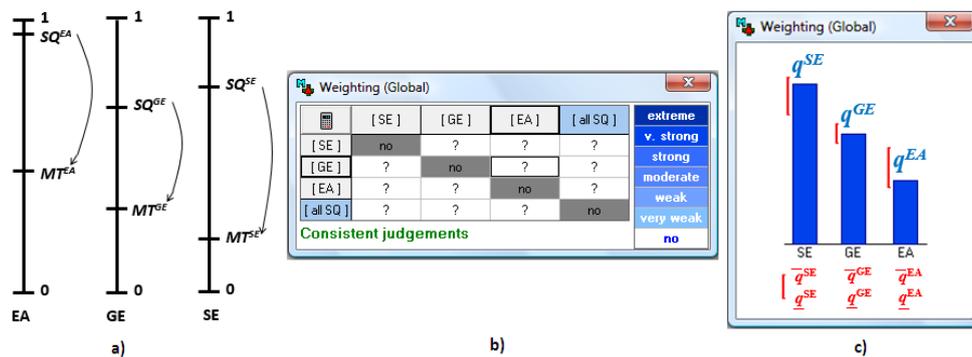


Figura 4. a) Níveis ilustrativos referentes ao SQ e às metas; b) matriz de ponderação MACBETH com as sete categorias semânticas MACBETH; e c) ponderação ilustrativa obtida após validação com os decisores

A Fig. 4c também mostra a existência de intervalos dentro dos quais cada peso pode variar (ou seja, entre os limites superior e inferior correspondentes, representados a vermelho), dependendo desses intervalos do conjunto de julgamentos qualitativos inseridos na matriz [29]. O gráfico de barras disponibilizado pelo sistema M-MACBETH (Fig. 4c) permite assim uma análise visual da escala de ponderação.

Como os pesos identificados na Fig. 4c são construídos com base num protocolo que usa o SQ e as metas como referência (sendo esses pesos designados por q^{EA} , q^{GE} e q^{SE}), é ainda preciso redimensionar esses pesos tal como indicado na Eq. (12). Este reescalonamento é necessário para que estes pesos possam ser integrados na Eq. (11). Esses novos pesos, designados por w^{EA} , w^{GE} e w^{SE} , estão apresentados na Fig. 5b e têm como referência os níveis máximo e mínimo de equidade que podem ser de facto alcançados (conforme representado na Fig. 5a).

$$w^{EA} = \frac{\frac{q^{EA}}{SQ^{EA} - MT^{EA}}}{\frac{q^{EA}}{SQ^{EA} - MT^{EA}} + \frac{q^{GE}}{SQ^{GE} - MT^{GE}} + \frac{q^{SE}}{SQ^{SE} - MT^{SE}}} \quad (12)$$

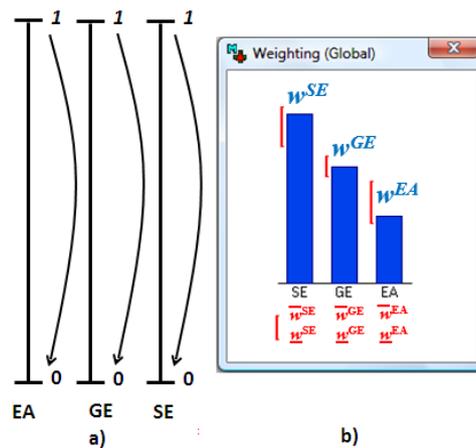


Figura 5. a) Níveis máximos e mínimos usados como referência para w^{EA} , w^{GE} e w^{SE} ; e b) pesos correspondentes aos níveis de referência da Fig. 5a e que são obtidos após reescalonamento do conjunto de pesos da Fig. 4c

4.3. Definição das restrições

Depois de definida a função objetivo, é necessário definir as restrições do modelo. Neste modelo, as restrições são agrupadas em diferentes categorias: i) recursos necessários, ii) redistribuição de camas, iii) capacidade, iv) abertura e fecho de serviços,

v) alocação de doentes, vi) alocação única ao serviço mais próximo, vii) melhorias graduais de equidade e viii) restrições orçamentais.

Recursos necessários: A Eq. (13) calcula o número de camas que devem ser disponibilizadas em t para indivíduos residentes no ponto de procura d pertencentes ao grupo socioeconómico g a receber cuidados no serviço de internamento s prestado na localização l ; e a Eq. (14) estabelece um equilíbrio entre as camas já instaladas (primeiro termo), as camas redistribuídas entre diferentes serviços (segundo termo) e novas camas (terceiro termo) para cada serviço, local e período de tempo.

$$B_{dgslt} = \frac{LOS_s}{\eta} R_{dgslt} I_{dgs} \frac{1}{\varepsilon_s} \quad \forall d \in D, g \in G, s \in S, l \in L, t \in T \quad (13)$$

$$\sum_{d \in D} \sum_{g \in G} B_{dgslt} = \begin{cases} EB_{sl} + \sum_{p \in S} \sum_{j \in L} (RB_{slpjt}^{in} - RB_{slpjt}^{out}) + AB_{slt} & \forall s \in S, l \in L, t = 1 \\ \sum_{d \in D} \sum_{g \in G} B_{dgs(t-1)} + \sum_{p \in S} \sum_{j \in L} (RB_{slpjt}^{in} - RB_{slpjt}^{out}) + AB_{slt} & \forall s \in S, l \in L, t \in T, t > 1 \end{cases} \quad (14)$$

Dado que na saúde não se espera a ocupação total das camas, inclui-se um fator de eficiência (ε) na Eq. (13). Este fator de eficiência assume o valor 1 se forem esperadas taxas de ocupação de 100%, e um valor percentual menor caso contrário. Este coeficiente também é útil para distinguir entre capacidade de camas e utilização esperada de camas, sendo esta distinção relevante quando os serviços CCI são pagos em função do número de camas instaladas ou da sua utilização efetiva.

Redistribuição de camas: A redistribuição de camas na rede de CCI em regime de internamento deve seguir um conjunto de condições que se traduzem nas Eqs. (15-16).

$$RB_{slpjt}^{in} = RB_{pjslt}^{out} \quad \forall (s, p) \in S, (l, j) \in L, t \in T \quad (15)$$

$$\sum_{p \in S} \sum_{j \in L} RB_{slpjt}^{out} \leq \begin{cases} EB_{sl} & \forall s \in S, l \in L, t = 1 \\ \sum_{d \in D} \sum_{g \in G} B_{dgs(t-1)} & \forall s \in S, l \in L, t \in T, t > 1 \end{cases} \quad (16)$$

A Eq. (15) garante que o número de camas realocadas para o serviço s localizado em l vindas do serviço p localizado em j é igual ao número de camas retiradas do serviço p localizado em j para o serviço s localizado em l . O número máximo de camas que podem ser realocadas dos serviços localizados em l é definido na Eq. (16).

Capacidade: As restrições de capacidade mínima e máxima são impostas através da Eq. (17). Já a Eq. (18) garante que o número total de camas utilizadas numa determinada localização l e num determinado período de tempo t não deve ser inferior ao número total de novas camas nas quais houve um investimento em períodos anteriores, evitando a perda de investimentos anteriores realizados na rede.

$$\underline{NB}_s X_{slt} \leq \sum_{d \in D} \sum_{g \in G} B_{dgslt} \leq \overline{NB}_s X_{slt} \quad \forall s \in S, l \in L, t \in T \quad (17)$$

$$\sum_{d \in D} \sum_{g \in G} \sum_{s \in S} B_{dgslw} \geq \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} AB_{slt} \quad \forall l \in L, w \in T, t < w \quad (18)$$

Abertura e fecho de serviços: A abertura/encerramento de um serviço não é permitida sempre que esse mesmo serviço tiver sido encerrado/aberto num período anterior, respetivamente, e isso é assegurado pelas Eqs. (19-20).

$$X_{slw} \leq X_{slt} \quad \forall s \in S, l \in L : (s, l) \in V, (t, w) \in T, w > t \quad (19)$$

$$X_{slw} \geq X_{slt} \quad \forall s \in S, l \in L : (s, l) \in Z, (t, w) \in T, w > t \quad (20)$$

Alocação de doentes: A Eq. (21) garante que os indivíduos a necessitar de cuidados só receberão esses cuidados em locais onde o serviço necessário esteja disponível.

$$R_{dgslt} \leq X_{slt} \quad \forall d \in D, g \in G, s \in S, l \in L, t \in T \quad (21)$$

Alocação única ao serviço mais próximo: As Eqs. (22-23) são introduzidas para garantir que os indivíduos residentes em cada ponto de procura d receberão os cuidados de que necessitam no serviço disponível que lhes esteja mais próximo. Isso é consistente com um sistema baseado num SNS no qual os serviços devem ser prestados o mais próximo possível de onde se localiza a necessidade [5,58], sendo politicamente difícil de aceitar que as necessidades não sejam satisfeitas pelos serviços públicos mais próximos [71]. De acordo com a Eq. (22), se o serviço s está disponível na localização l , estando esta localização l mais próxima do ponto de procura d do que outra localização j , significa que os indivíduos residentes no ponto de procura d não devem receber esse serviço s em j . De notar, no entanto, que esta condição não

implica necessariamente que esses indivíduos irão receber os cuidados de que necessitam no serviço mais próximo, localizado em l , pois pode acontecer que nenhuma das instituições existentes tenha camas disponíveis para atender às suas necessidades. Já a Eq. (23) garante que os indivíduos a necessitar de CCI não podem receber esses cuidados em locais que excedam o tempo de percurso máximo admissível (γ).

$$X_{slt} + R_{dgsjt} \leq 1 \quad \forall d \in D, g \in G, s \in S, (l, j) \in L, t \in T, \phi_{dl} < \phi_{dj}, l \neq j \quad (22)$$

$$R_{dgslt} = 0 \quad \forall d \in D, g \in G, s \in S, l \in L, t \in T, \phi_{dl} > \gamma \quad (23)$$

Melhorias graduais de equidade: Além da maximização da equidade (ou seja, da minimização dos objetivos de equidade dados pelas Eqs. (1,5,8)), é necessário ainda impor melhorias graduais na equidade ao longo do tempo. Em particular, a Eq. (24) impõe que devem ser alcançadas melhorias mínimas para a equidade de acesso (ρ_{tw}^{EA}) entre períodos de tempo consecutivos, sendo impostas condições semelhantes aos restantes objetivos de equidade (note-se que uma melhoria de equidade se traduz por uma redução no valor da respetiva dimensão de equidade).

$$E_t^{EA} - E_w^{EA} > \rho_{tw}^{EA} \quad \forall (t, w) \in T, w = t + 1 \quad (24)$$

Restrições orçamentais: São impostas duas condições para assegurar que os custos operacionais e de investimento (anuais) na rede de CCI estejam dentro dos orçamentos respetivos (Eqs. (25-26)). Todos os custos utilizados nas Eqs. (25-26) devem estar ajustados pelos efeitos da inflação.

$$\sum_{d \in D} \sum_{g \in G} \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} B_{dgslt} \beta_{st} \leq BO_t \quad \forall t \in T \quad (25)$$

$$\sum_{s \in S} \sum_{l \in L} AB_{slt} \alpha_{st} + \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} \sum_{p \in S} \sum_{\substack{j \in L \\ j \neq l}} RB_{slpjt}^{in} \chi_{st} + \sum_{s \in S} \sum_{l \in L} \sum_{p \in S} RB_{slplt}^{in} \delta_{st} \leq BI_t \quad \forall t \in T \quad (26)$$

Note-se que podem existir sistemas nos quais os custos de redistribuição de camas incluídos na Eq. (26) não devem ser considerados, como é o caso de países onde o Estado apenas financie a prestação efetiva de cuidados. Nesses casos, os parâmetros χ_{st} e δ_{st} devem ser iguais a zero. E nesses casos específicos, a estabilidade da rede de CCI (em termos do número total de redistribuições dentro da rede) não será garantida. Para evitar tal situação, deve ser imposto um número mínimo de redistribuições, o que se consegue com as Eqs. (27-30). Em particular, as Eqs. (27-28)

indicam que nenhuma cama pode ser retirada de um serviço e localização sempre que houver necessidade de realocação de camas para aquele serviço e local ($Y_{slt} = 1$). Da mesma forma, as Eqs. (29-30) evitam a retirada de camas sempre que existir algum investimento em novas camas para uma dada localização e serviço ($Z_{slt} = 1$).

$$\sum_{p \in S} \sum_{j \in L} RB_{slpjw}^{in} - Y_{slt} \theta \leq 0 \quad \forall s \in S, l \in L, (t, w) \in T, w \geq t \quad (27)$$

$$\sum_{p \in S} \sum_{j \in L} RB_{slpj}^{out} \leq (1 - Y_{slt}) \theta \quad \forall s \in S, l \in L, t \in T \quad (28)$$

$$AB_{slw} - Z_{slt} \theta \leq 0 \quad \forall s \in S, l \in L, (t, w) \in T, w \geq t \quad (29)$$

$$RB_{slpj}^{out} \leq (1 - Z_{slt}) \theta \quad \forall (s, p) \in S, (l, j) \in L, t \in T \quad (30)$$

5. CASO DE ESTUDO

Esta secção apresenta os resultados obtidos pela aplicação do modelo LTC_{MOPE} ao nível dos concelhos na região da Grande Lisboa, a sub-região da região de saúde de LVT que regista a menor oferta relativa de CCI [72]. O modelo foi aplicado ao período 2012-2016, seguindo as orientações de que a rede portuguesa de CCI deverá ser reestruturada para cobrir todas as necessidades associadas até 2016 [58]. Abaixo começa-se por descrever o conjunto de dados utilizados para essa aplicação, seguindo-se depois uma análise detalhada dos resultados obtidos.

5.1. Dados utilizados e preferências dos decisores

Foram recolhidos vários dados tendo em vista aplicar o modelo proposto à área da Grande Lisboa:

- › Procura de CCI em regime de internamento em cada concelho da região da Grande Lisboa entre 2012 e 2016, desagregada por grupos socioeconómicos (grupos com rendimentos muito baixos [RMB], $s = 1$, e rendimentos não muito baixos [RNMB], $s = 2$), conforme previsto pelo modelo de simulação proposto em [56]. Optou-se por utilizar os dados de procura obtidos através do modelo de simulação proposto em [56] uma vez que não existem outros

- dados disponíveis para o contexto português (de facto, as projeções de procura de CCI não são normalmente reportadas pelas autoridades administrativas, e não são igualmente comuns na literatura de cuidados de saúde [56]);
- › Oferta de CCI em regime de internamento (CC, CMDR, CLDM e CP) no início de 2012 na região da Grande Lisboa [73] e tempos de permanência (LOS) médios para cada tipologia de serviços de internamento [72];
 - › Tempo de percurso (em minutos) entre cada concelho da região da Grande Lisboa e cada serviço de internamento [74], e tempo máximo de percurso permitido para doentes a receber cuidados em regime de internamento [75];
 - › Custos operacionais e de investimento [76-77], e orçamentos disponíveis para operações e investimentos na RNCCI na região da Grande Lisboa [78]. Os custos de redistribuição de camas não são considerados neste estudo ($\chi_{st} = \delta_{st} = 0$). Isto é consistente com o papel desempenhado pelo Estado Português no financiamento da prestação de cuidados, tendo um papel muito limitado como prestador de cuidados [5];
 - › As melhorias de equidade entre períodos consecutivos devem ser positivas, e pelo menos metade das melhorias alcançadas no período 2012-2016 devem ser alcançadas na primeira metade desse período;
 - › O fator de eficiência associado à oferta de camas assume o valor de 1 [54].

Já no que se refere aos pesos a atribuir aos objetivos de equidade contabilizados na função objetivo, esses foram obtidos seguindo o protocolo descrito na seção 4.2.2 e usando as seguintes informações:

- › Níveis de equidade de partida, i.e., SQ correspondente à rede de serviços atualmente em funcionamento na região da Grande Lisboa: $SQ^{EA} = 0.93$, $SQ^{GE} = 0.8$ e $SQ^{SE} = 0.5$ (ver Fig. 6a);
- › Informações de preferência recolhidas junto da Chefe da Equipa de Coordenação Regional para os Cuidados Continuados Integrados da RHA LVT, que gentilmente concordou em participar neste estudo, e que será daqui em diante referida como nosso decisor. O nosso decisor selecionou como metas de equidade $MT^{EA} = 0.5$, $MT^{GE} = 0.5$ e $MT^{SE} = 0.25$ (ver Fig. 6a), tendo-se construído também a matriz de julgamentos MACBETH (Fig. 6b) tendo por base as suas avaliações qualitativas de diferenças de atratividade. Por exemplo, o decisor avaliou como sendo fortemente atraente a melhoria do SQ para a meta no objetivo de equidade socioeconómica (ver última coluna, primeira célula, na matriz da Fig. 6b).

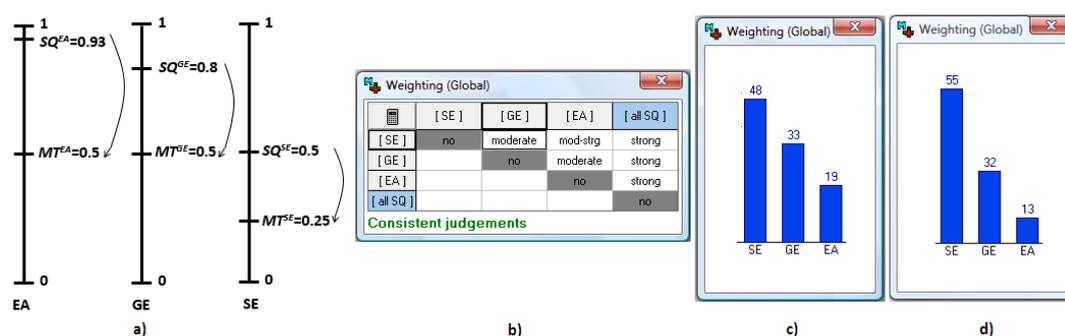


Figura 6. a) Níveis de referência SQ e metas; b) Matriz MACBETH de julgamentos contruída com o nosso decisor (*mod strg* corresponde a um julgamento moderado ou forte); c) Escala de ponderação (em percentagem) validada com o nosso decisor; e d) pesos finais (em percentagem) após reescalonamento

Os coeficientes de ponderação obtidos usando esta informação estão representados na Fig. 6c e devem ser interpretados da seguinte forma: uma melhoria do SQ ($SQ^{SE} = 0.5$) para a meta ($MT^{SE} = 0.25$) no objetivo de equidade socioeconómica (SE) é considerado 2.5 vezes mais importante do que uma melhoria do SQ ($SQ^{EA} = 0.93$) para a meta ($MT^{EA} = 0.5$) no objetivo de equidade de acesso (EA). Estes pesos foram então reescalados para obter a escala de ponderação a ser usada na aplicação do modelo (Fig. 6d).

5.2. Contextos de planeamento

De seguida recorre-se a dois contextos de planeamento – daqui em diante denominados de Casos A e B, resumidos na Tabela 2 – para ilustrar como o modelo pode responder a diferentes questões de planeamento relevantes para a tomada de decisão no que se refere ao planeamento da oferta de CCI em regime de internamento.

5.3. Resultados

O modelo LTC_{MOPE} foi implementado no *General Algebraic Modeling System* (GAMS) 23.7 e os resultados foram obtidos executando o modelo para os diferentes casos descritos acima com o CPLEX 12.0 num computador *Two Intel Xeon X5680*, 3.33GHz com 12GB de RAM.

Tabela 2. Contextos de planeamento em estudo

Casos	Questões de planeamento	Parâmetros/restrições do modelo		
		Orçamento	Pesos	Alvos
A	Como se pode melhorar a atual oferta de CCI em regime de internamento sem se exceder o orçamento disponível? E que níveis de equidade podem ser alcançados?	Limitado	$w^{EA} = 0.13$ $w^{GE} = 0.32$ $w^{SE} = 0.55$	–
B1	Qual o custo associado a alcançar todas as metas de equidade? E como seria a rede de CCI organizada nessa situação?	Não limitado	–	$f^{EA} \leq 0.5; f^{GE} \leq 0.5;$ $f^{SE} \leq 0.25$
B2	Seria possível alcançar as melhorias de equidade obtidas no Caso A a um custo mais reduzido?			f^{EA}, f^{GE} e f^{SE} obtido no Caso A

5.3.1. Caso A

Este caso permite responder à seguinte questão: como podemos tornar a atual oferta de CCI mais equitativa, dado o orçamento disponível? Para responder a essa pergunta, o modelo foi aplicado impondo um limite de 60 minutos para o tempo computacional (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados computacionais

Caso	Total de variáveis	Variáveis inteiras	Restrições totais	Iterações	CPU (min.)	Gap (%)	Objetivo
A	13,508	10,920	24,010	29,020,165	60	1.02	0.578
B1	13,518	10,920	24,013	15,181,912	60	0.40	€ 221,382,088
B2	13,518	10,920	24,013	17,763,413	60	0.10	€ 96,997,311

Os principais resultados obtidos para este caso estão resumidos nas Figs. 7 e 8, com informação sobre: i) a evolução da capacidade, traduzida no número de camas de internamento necessárias durante o período 2012-2016 (Figs. 7 e 8), ii) onde e quando devem os serviços de internamento ser abertos ou encerrados (Fig. 8), e iii) como alocar os doentes aos serviços instalados (Fig. 8). Devido à natureza vinculativa da restrição do orçamento operacional, apenas parte do orçamento de investimento é utilizado neste caso. Para efeitos de simplificação, as instituições em cada um dos concelhos apresentados na Fig. 8 estão numeradas – por exemplo, existem duas instituições em Lisboa, e estas são designadas por Lisboa (1) e Lisboa (2).

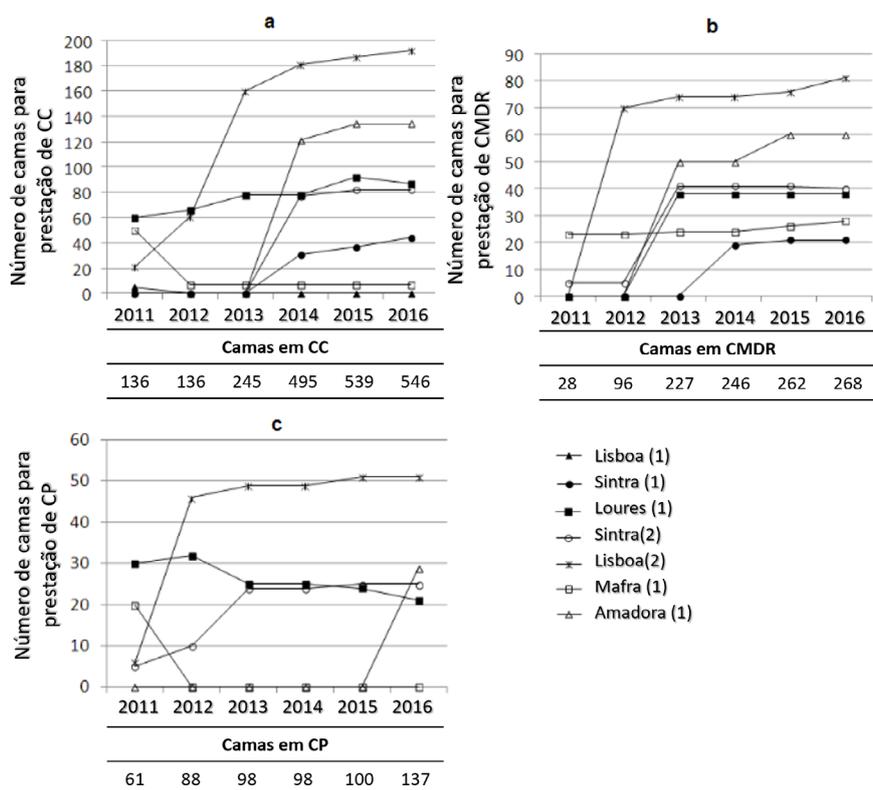


Figura 7. Evolução da capacidade medida pelo número de camas no Caso A para a) cuidados de convalescência (CC), b) cuidados de média duração e reabilitação (CMDR) e c) cuidados paliativos (CP) (entre parênteses está o número de instituições que prestam cuidados naquele concelho)

De acordo com a Fig. 7, os serviços de CC, CMDR e CP deverão estar a funcionar no período 2012-2016, sendo necessária uma maior oferta de CC – esta maior oferta de CC resulta do efeito combinado de uma maior procura para essa tipologia de cuidados [56] e de um tempo de permanência nesses serviços comparativamente inferior [72]. De facto, a oferta total de camas de CC passa de 136 (em 2011) para 546 (em 2016), consumindo uma parcela significativa do orçamento disponível nesse período.

A Fig. 8 detalha os resultados obtidos para a oferta de CC – o serviço de internamento com maiores necessidades – mostrando que: i) em 2012 um dos serviços de CC atualmente existentes em Lisboa deverá ser encerrado (ou seja, o governo português deverá deixar de financiar CC nesse local); e ii) em 2014, Amadora (1), Sintra (1) e Sintra (2) deverão alargar a oferta à prestação de CC. As setas na Fig. 8 indicam as instituições de referência para a população localizada em cada concelho.

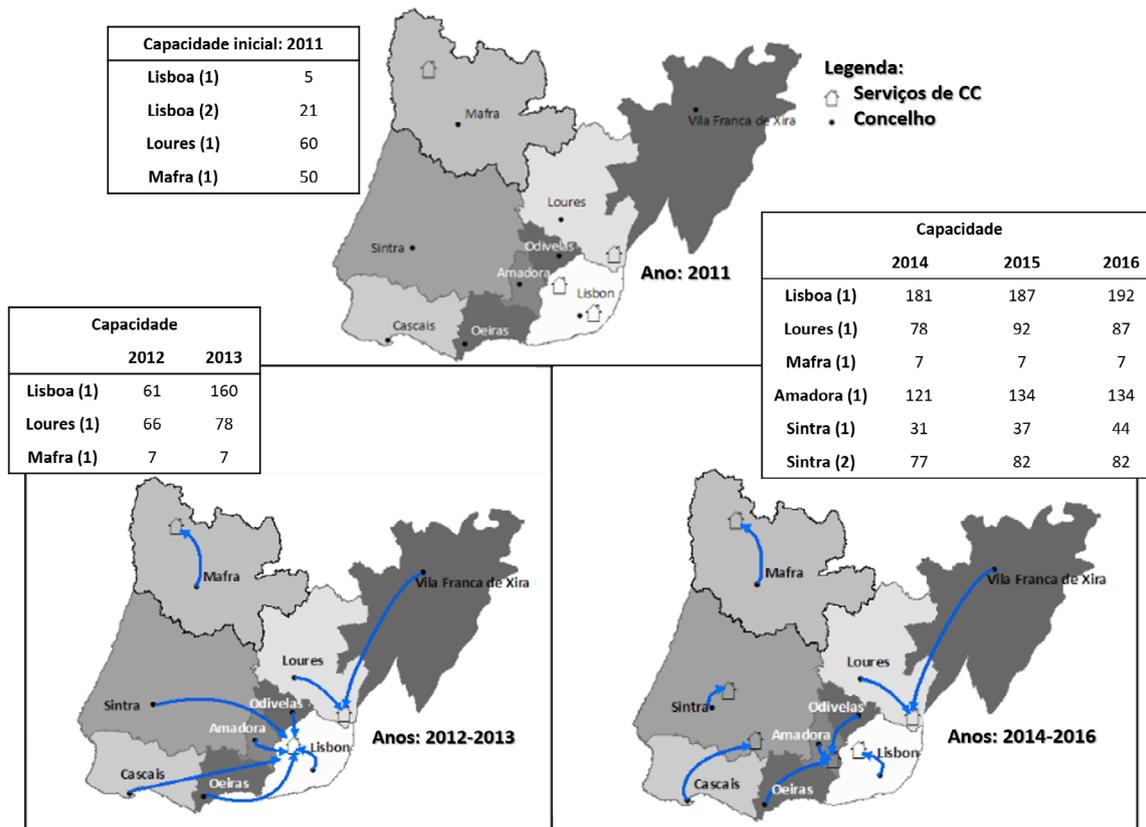


Figura 8. Alterações na oferta de cuidados de convalescença (CC) na rede de CCI durante o período 2012-2016 (Caso A)

As mudanças anteriormente descritas à atual rede de CCI estão associadas a melhorias de equidade, conforme ilustrado na Fig. 9. Esta figura apresenta três níveis para cada objetivo de equidade: o SQ, a meta definida pelo decisor e o nível de equidade obtido no Caso A (representado por LE^{EA} , LE^{GE} e LE^{SE}). Verifica-se, assim, que a EA melhora de 0.93 (SQ^{EA}) para 0.81 (LE^{EA}), ao que corresponde uma melhoria no acesso de 28 minutos para 24 minutos no tempo de percurso até aos serviços (por doente). A melhoria para a GE mostra que, dentro dos limites impostos pelo orçamento disponível, 70% daqueles que necessitam de CCI na região com pior nível de oferta não receberão os cuidados necessários; e a melhoria encontrada para a ES mostra que a percentagem de doentes com menores rendimentos e sem acesso aos cuidados de que necessitam sofrerá uma redução de apenas 5%.

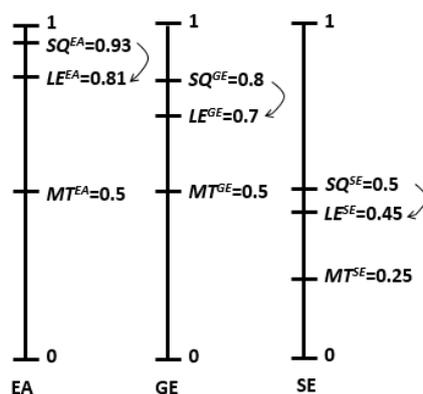


Figura 9. Melhorias de equidade obtidas ao aplicar o modelo ao Caso A

Os resultados mostram ainda que o orçamento disponível não é suficiente para atingir (simultaneamente) as três metas de equidade definidas pelo nosso decisor. De facto, uma análise mais detalhada sobre os resultados referentes à distribuição da oferta de cuidados para diferentes grupos socioeconómicos leva a essa mesma conclusão – a Fig. 10 mostra que a maioria das camas instaladas é destinada a doentes de rendimentos mais baixos (RMB), sem que, mesmo assim, se atinja a meta definida para o objetivo de equidade socioeconómica.

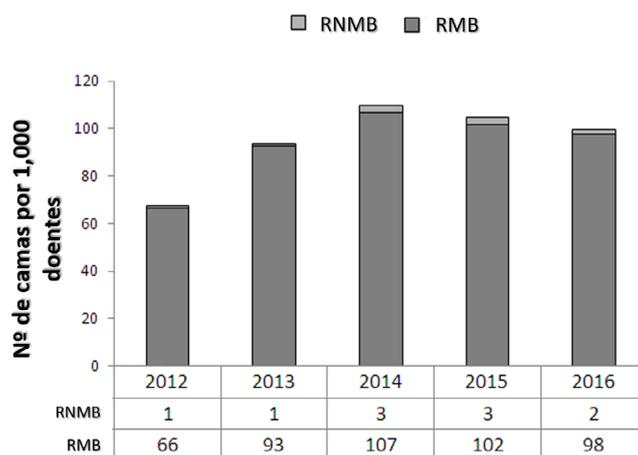


Figura 10. Número total de camas a disponibilizar na região da Grande Lisboa por 1,000 indivíduos a necessitar de CCI pertencentes a cada grupo socioeconómico (rendimentos mais baixos [RMB] e rendimentos não muito baixos [RNMB]), de acordo com o Caso A

5.3.2. Caso B

O Caso B dá informação sobre quanto custa melhorar a oferta de CCI em regime de internamento de forma a alcançar as metas impostas para as várias dimensões de equidade. De forma a avaliar esta questão, o modelo é executado impondo que se deve alcançar essas metas de equidade, o que implica também a substituição da Eq. (11) pela Eq. (31), passando-se neste caso a garantir a minimização dos custos operacionais e de investimento. O modelo é executado nestas condições para diferentes metas de equidade – Casos B1 e B2 da Tabela 2.

$$\text{Min} \sum_{t \in T} \sum_{l \in L} \sum_{s \in S} \left(\sum_{d \in D} \sum_{g \in G} B_{dgs|t} \frac{\beta_s}{(1+r_t)^t} + B_{slt} \frac{\alpha_s}{(1+r_t)^t} + \sum_{p \in S} \sum_{\substack{j \in L \\ j \neq l}} B_{slp|jt} \frac{\chi_s}{(1+r_t)^t} + \sum_{p \in S} B_{slp|t} \frac{\delta_s}{(1+r_t)^t} \right) \quad (31)$$

Caso B1

A oferta de CCI atualmente existente na região da Grande Lisboa revela-se insuficiente para atingir as metas impostas pelo nosso decisor – $f^{EA} \leq 0.5$ [EA], $f^{GE} \leq 0.5$ [GE] e $f^{SE} \leq 0.25$ [SE] (ver Tabela 2). De acordo com a Fig. 11, atingir estas metas envolverá um custo total de 221 milhões de euros para todo o período de planeamento (incluindo custos operacionais e de investimento). E este custo está 50% acima do orçamento disponível para esse mesmo período, o qual ronda os 150 milhões de euros (aproximadamente 30 milhões de euros por ano; Fig. 11a). Os resultados mostram também que o maior investimento deverá ocorrer no final do horizonte de planeamento, i.e., em 2016, estando esse investimento maioritariamente relacionado com a necessidade de investimento em novas camas. Os resultados deixam também bem evidente que a oferta de CCI em regime de internamento que existe aos dias de hoje na região da Grande Lisboa está longe de satisfazer as necessidades de toda a população. De forma semelhante ao Caso A, o modelo tende a dar prioridade à expansão da capacidade para os serviços caracterizados por menores tempos de permanência.

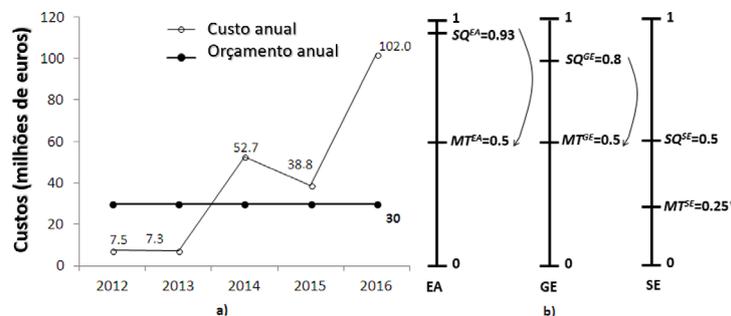


Figura 11. Custos totais associados ao alcance das metas para todos os objetivos de equidade quando não são aplicadas restrições orçamentais

Caso B2

Outra questão relevante que se poderá colocar é a seguinte: será possível obter as melhorias de equidade alcançadas no Caso A incorrendo em custos ainda mais baixos? Para analisar este contexto, os níveis de equidade obtidos no Caso A são impostos como restrições (como níveis máximos a serem alcançados), impondo-se também a minimização da função objetivo dada pela Eq. (31). À semelhança do Caso A, foi também imposto um limite de tempo computacional de 60 minutos (ver tempos computacionais na Tabela 3). Os resultados assim obtidos, apresentados na Fig. 12, sugerem que, de facto, é possível atingir esses mesmos níveis de equidade com um custo inferior – em particular, é possível alcançar os níveis de equidade obtidos no Caso A incorrendo em custos que não ultrapassam os 96.9 milhões de euros, levando a uma poupança de 12% (ou seja, 14 milhões de euros).

Este resultado confirma a existência de múltiplas soluções para a configuração da rede de CCI para os mesmos níveis de equidade (com diferentes custos). E isto acontece porque no Caso A apenas se maximiza a equidade, sem que se imponha qualquer controlo dos custos na função objetivo. Mas ao comparar essas múltiplas soluções, é possível verificar que não existem diferenças significativas no que se refere à reconfiguração da rede – o que varia é apenas o momento em que a rede é expandida, o que acaba por ter impacto ao nível dos custos.

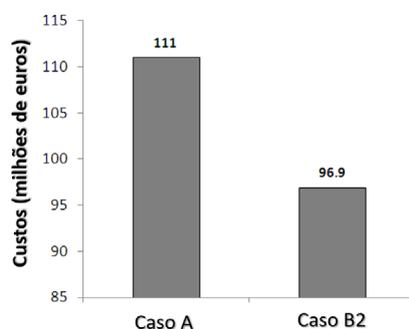


Figura 12. Comparação de custos entre o Caso A e o Caso B2 (impondo-se os níveis de equidade obtidos no Caso A como restrições no Caso B2)

Resumindo, a análise destes diferentes contextos de planeamento mostra que o orçamento atualmente disponível para desenvolver a oferta de cuidados em regime de internamento no âmbito da RNCCI na região da Grande Lisboa está longe de ser suficiente para dar resposta às necessidades existentes, deixando mais de metade dos doentes que necessitam de cuidados sem acesso. O modelo mostra que se deve avançar, numa primeira fase, com a distribuição dos recursos de saúde nos serviços com

menores tempos de permanência (como é o caso dos serviços de CC), garantindo-se assim a prestação de cuidados ao maior número de doentes.

Os resultados computacionais resumidos na Tabela 3 mostram que 60 minutos são suficientes para que o modelo tenha um desempenho computacional eficiente para todos os casos, sendo possível alcançar gaps menores (ou iguais a) 1%. O tempo computacional necessário para executar o modelo nos vários casos em estudo não se revela problemático, dada a natureza tática das decisões de planeamento em análise.

5.3.3. Análise de sensibilidade para o Caso A

Várias são as fontes de incerteza que podem ser relevantes ao planear a oferta de CCI – e uma destas fontes de incerteza refere-se à má qualidade dos dados em uso. Tomando o Caso A como exemplo, é efetuada uma análise de sensibilidade aos resultados por variação dos seguintes parâmetros:

1. Procura de CCI em regime de internamento, sendo este um dos principais parâmetros do modelo cujo nível de incerteza é mais amplamente reconhecido na literatura [56];
2. Tempo de permanência nos serviços (LOS), já que existem grandes variações nestes tempos, mesmo para um tipo específico de serviço [72], o que acaba por afetar de forma significativa os níveis de utilização dos serviços de CCI.

Os resultados resumidos na Tabela 4 mostram que a capacidade total (traduzida no número de camas instaladas) na região da Grande Lisboa em 2016 é insensível a alterações na procura e nos tempos de permanência, sendo que isso acontece devido à existência de um orçamento que não pode ser excedido e que é insuficiente para satisfazer a totalidade das necessidades. No entanto, verifica-se que os locais selecionados para a oferta de cuidados não são robustos a pequenas mudanças nesses parâmetros. Por exemplo, uma diminuição de 2% na procura de CCI (caso ‘*Procura 1*’) justifica o encerramento de um serviço de CMDR em *Maфра*; e uma diminuição de cinco dias nos tempos de permanência (caso ‘*LOS 1*’; com o LOS no caso base tomando os valores 60 [CC], 90 [CMDR], 210 [CLDM] e 45 [CP]) justifica que o serviço de CLDM atualmente oferecido em *Maфра* deverá ser mantido em funcionamento. Além disso, as melhorias de equidade também se mostram sensíveis a mudanças nestes parâmetros, alcançando-se menores melhorias quando o valor da procura é mais elevado (como esperado). Estes resultados sugerem, assim, que os resultados do modelo são sensíveis a alterações nos parâmetros acima referidos, o que leva à necessidade de se ter especial atenção à forma de cálculo desses parâmetros.

Tabela 4. Resultados obtidos com base na análise de sensibilidade aos seguintes parâmetros:
i) procura de CCI em regime de internamento; e ii) tempo de permanência (LOS) nos serviços

		Procura			LOS (dias)	
		Caso base	Procura 1	Procura 2	Caso base	LOS 1
Valores dos parâmetros		-	-2%	+2%	60 (CC)	55
					90 (CMDR)	85
					210 (CLDM)	205
					45 (CP)	40
Capacidade total (nº de camas)		951				
Abertura de serviços	CC	Amadora (1), Sintra (1) e Sintra (2)				
	CMDR	Amadora (1), Lisboa (2), Loures (1) e Sintra (1)				
	CP	Amadora (1) e Sintra (1)				
Encerramento dos serviços	CC	Lisboa (1)		Lisboa (1)		
	CMDR	-	Mafra (1)	-	-	
	CLDM	Amadora (1), Sintra (1) e Mafra (1)			Amadora (1), Sintra (1) e Mafra (1)	Amadora (1) e Sintra (1)
	CP	Mafra (1)	-	Mafra (1)	Mafra (1)	
Níveis de Equidade	EA	0,81	0,80	0,82	0,81	0,80
	GE	0,70	0,70	0,71	0,70	0,69
	SE	0,45	0,44	0,46	0,45	0,42

6. CONCLUSÕES

O planeamento de CCI é hoje visto como uma prioridade política em muitos países europeus, principalmente devido à atual tendência de envelhecimento demográfico e à crescente prevalência de doenças crónicas. A adicionar a estes aspetos tem-se ainda a oferta limitada de CCI, juntamente com os cada vez mais apertados limites orçamentais que muitos países europeus enfrentam atualmente.

Dado este contexto, e a necessidade de desenvolver uma ferramenta de apoio ao planeamento de CCI, este estudo propõe um modelo de programação matemática multi-objetivo e multi-período – o LTC_{MOPE} –, o qual visa apoiar o planeamento da oferta de redes de CCI em países com um SNS. O modelo proposto considera três diferentes objetivos de política de saúde relacionados com questões de equidade: equidade de acesso; equidade geográfica; e equidade socioeconómica. Esses objetivos de equidade são operacionalizados através de três medidas de equidade diferentes, sendo os pesos respetivos obtidos com o apoio da abordagem MACBETH. A construção da função objetivo com múltiplos objetivos permitiu esclarecer o significado substantivo dos pesos, uma vez que estes são construídos tendo como referência as

escalas de impacto para todos os objetivos e não apenas a noção intuitiva de importância de cada objetivo. Esta é uma característica importante para a tomada de decisão ao analisar-se os resultados do modelo. O modelo construído é genérico e pode ser facilmente adaptado em diferentes contextos onde o planeamento de CCI seja uma prioridade – por exemplo, o modelo é facilmente adaptável a situações em que haja restrições orçamentais ou quando os decisores precisem de calcular o custo total associado ao alcance das metas de equidade.

Este estudo contribui para a literatura de diversas formas: i) propõe uma abordagem que apoia o planeamento de CCI; ii) explora a análise conjunta de objetivos de equidade que concorrem entre si; iii) explica como os pesos dos objetivos devem ser definidos de forma transparente juntamente com os decisores, promovendo assim uma análise adequada dos resultados do modelo; e iv) introduz uma componente temporal no modelo, permitindo ajustamentos na prestação de CCI ao longo do tempo.

O modelo fornece como principais resultados informações relacionadas com: onde e quando localizar diferentes tipologias de CCI em regime de internamento, e com que capacidade (em termos de número de camas); como distribuir essa capacidade entre serviços e grupos de doentes; que mudanças são necessárias na rede ao longo do tempo; qual o impacto dessas mudanças nos objetivos de equidade; e qual o financiamento necessário para operacionalizar todas estas mudanças.

O modelo *LTC_{MOPE}* foi aplicado ao nível dos concelhos da região da Grande Lisboa em Portugal para o período 2012-2016, com a importância dos diferentes objetivos de equidade a retratar as opiniões da Chefe da Equipa de Coordenação Regional para os Cuidados Continuados Integrados da RHA LVT. Os resultados mostram que o orçamento atualmente disponível para melhorar a oferta de CCI em regime de internamento nesta região está longe de ser suficiente para satisfazer as necessidades desses cuidados. Note-se, no entanto, que o modelo proposto trata os custos como restrições (mais especificamente, como restrições orçamentais), não estando estes incluídos na função objetivo, o que implica que as soluções do modelo podem não ser as que asseguram os custos mínimos. Por este motivo, e após análise de diferentes contextos de planeamento, concluiu-se que o modelo origina, de facto, múltiplas soluções para a reorganização da rede de CCI, uma vez que as mesmas melhorias de equidade podem ser obtidas com os mesmos investimentos feitos em diferentes períodos dentro do horizonte de planeamento (com implicações naturais no investimento e custos operacionais).

Além disso, os resultados sugerem ainda que a distribuição das camas pelos serviços caracterizados pelos menores tempos de permanência resulta nas melhorias de equidade mais vincadas, já que essa redistribuição garante a prestação de cuidados ao maior número de doentes (note-se que o modelo não inclui outros objetivos, como a maximização dos ganhos em saúde ou a equidade na utilização dos serviços, o que

poderia alterar este comportamento). A localização dos serviços também se mostrou sensível a mudanças nos principais parâmetros do modelo.

O modelo proposto pode ser utilizado para fins de planeamento no longo prazo (e não apenas para o médio prazo, como ilustrado neste artigo), desde que os dados relacionados com a procura de CCI estejam disponíveis para períodos de tempo mais longos (o que não é o caso de Portugal), e desde que haja também um reduzido nível de incerteza associada a essas previsões. Caso contrário, devem ser desenvolvidas estimativas de longo prazo para a procura, assim como devem ser desenvolvidos outros modelos de programação matemática mais adequados a esse contexto (discussão abaixo).

A execução do modelo em diferentes contextos de planeamento deixou evidente que o modelo tem um desempenho computacional eficiente, o que favorece a sua utilização para fins de apoio à decisão. Esta eficiência abre também perspetivas para a possibilidade de virem a ser desenvolvidas novas versões mais abrangentes do modelo proposto, como por exemplo a sua extensão para outras tipologias de serviços.

Várias linhas de investigação futura poderão fazer sentido de ser desenvolvidas no seguimento deste estudo. Em primeiro lugar, o modelo desenvolvido deve ser alargado para incorporar toda a gama de serviços de CCI (serviços de internamento, domicílio e ambulatório). Em segundo lugar, dada a natureza incerta da procura de CCI [56], e tendo por base a sensibilidade demonstrada pelos resultados do modelo a pequenas alterações a essa procura, considera-se relevante que se venha a desenvolver um modelo estocástico que permita analisar o impacto da incerteza da procura (e na oferta) no planeamento de redes de CCI. Em particular, será relevante analisar em que medida a incerteza relacionada com o número de indivíduos a necessitar de CCI, assim como com a quantidade de serviços de que necessitam (o que se traduz nos tempos de permanência nos serviços), terá impacto nos resultados do modelo. Supondo-se que será possível construir cenários probabilísticos que traduzam essas incertezas, então fará sentido desenvolver modelos estocásticos *two-stage*, com as decisões de primeira fase a permitir o cálculo da abertura e encerramento de serviços, ficando as decisões de recurso destinadas à determinação da alocação e realocação de recursos e doentes. Adicionalmente, considera-se também relevante a inclusão de objetivos de política adicionais ou alternativos (relacionados com equidade, e não só). Em particular, poder-se-á analisar a maximização dos ganhos em saúde, bem como a maximização da equidade de utilização dos serviços entre grupos de doentes que necessitam de diferentes tipologias de cuidados (passando-se a garantir que a procura por diferentes tipologias de serviços é considerada de forma mais igualitária, evitando-se situações em que os doentes a necessitar de internamentos mais longos não recebem os cuidados de que necessitam). A introdução de um objetivo de custo em combinação

com objetivos de equidade também poderá ser analisada. Espera-se que a contabilização de objetivos adicionais de equidade e de custos venha a evitar situações em que são propostas múltiplas soluções para a organização de redes de CCI.

7. AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece o financiamento da *Fundação para a Ciência e Tecnologia* (Portugal) [(SFRH/BD/63966/2009); (SFRH/BPD/98270/2013)]. Os autores agradecem o financiamento do *Conselho de Reitores das Universidades Portuguesas* (CRUP) e da *Deutscher Akademischer Austauschdienst* (DAAD), no âmbito das *Acções Integradas Luso-Alemãs*. Os autores agradecem o apoio do Centro de Estudos de Gestão do *Instituto Superior Técnico* (CEG-IST, Portugal) e do Instituto de Investigação Operacional, Karlsruhe Institute of Technology (KIT, Alemanha). Os autores agradecem à Dra. Regina Sequeira Carlos, Chefe da Equipa de Coordenação Regional para os Cuidados Continuados Integrados da Autoridade Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, pela sua disponibilidade para participar neste estudo. Os autores agradecem aos três *referees* anónimos pelos seus comentários e sugestões a uma versão anterior deste artigo. Os autores permanecem responsáveis por quaisquer omissões e imprecisões.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Knapp, A. Somani, Health financing: Long term care, organization and financing, in: G. Carrin, K. Buse, K. Heggenhougen, S.R. Quah (Eds.), *Health systems policy, finance, and organization*, Academic Press, San Diego, 2009, pp. 250-259.
- [2] J. Brodsky, A.M. Clarfield, Organization of health services: long term care in health services, in: G. Carrin, K. Buse, K. Heggenhougen, S.R. Quah (Eds.), *Health systems policy, finance, and organization*, Academic Press, San Diego, 2009, pp. 351-357.
- [3] Comissão Europeia, *Long-Term Care in the European Union*, Bruxelas: Direcção-Geral do Emprego, dos Assuntos Sociais e da Igualdade de Oportunidades, 2008.
- [4] M. Riedel, M. Kraus, *The organization of formal long-term care for the elderly – Results from the 21 European country studies in the ANCIEN project*, ENEPRI Research Report N^o 95, European Network of Economic Policy Research Institutes, 2011.
- [5] P.P. Barros, S.R. Machado, J.A. Simões, Portugal: Health system review, *Health systems in transition* 13 (2011) 1-156.
- [6] A. Scalzo, A. Donatini, L. Orzella, A. Cicchetti, S. Profili, A. Maresso, Italy: Health system review, *Health systems in transition* 11 (2009) 1-216.
- [7] S. Boyle, United Kingdom (England): Health system review, *Health systems in transition* 13 (2011) 1-483.
- [8] L. Harris-Kojetin, M. Sengupta, E. Park-Lee, R. Valverde, *Long-term care services in the United States: 2013 overview*, Hyattsville, 2013.
- [9] Organização Mundial da Saúde, *Home-based long-term care: report of a WHO study group*, Organização Mundial da Saúde, Geneva, 2000.
- [10] AARP Public Policy Institute, *European experiences with long-term care: France, the Netherlands, Norway, and the United Kingdom*, Washington, D.C., 2006.

- [11] Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados, Três anos de Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados, Cuidados Continuados – Saúde e Apoio Social, 2010.
- [12] M. Baker, *Making sense of the NHS White Papers*, Second ed., Radcliffe Medical Press, Oxon, 2000.
- [13] A. Rais, A. Viana, *Operations Research in Healthcare: a survey*, *Int. Trans. Oper. Res.* 18 (2010) 1-31.
- [14] S. Brailsford, J. Vissers, *OR in healthcare: A European perspective*, *Eur J Oper Res* 212 (2011) 223–234.
- [15] S.-u. Rahman, D.K. Smith, *Use of location–allocation models in health service development planning in developing nations*, *Eur J Oper Res* 123 (2000) 437–452.
- [16] C. Stummer, K. Doerner, A. Focke, K. Heidenberger, *Determining location and size of medical departments in a hospital network: A multiobjective decision support approach*, *Health Care Manag Sci* 7 (2004) 63-71.
- [17] P. Santibáñez, G. Bekiou, K. Yip, *Fraser Health uses mathematical programming to plan its inpatient hospital network*, *Interfaces* 39 (2009) 196-208.
- [18] P. Mitropoulos, I. Mitropoulos, I. Giannikos, A. Sissouras, *A biobjective model for the locational planning of hospitals and health centers*, *Health Care Manag Sci* 9 (2006) 171–179.
- [19] C.-J. Cho, *An equity-efficiency trade-off model for the optimum location of medical care facilities*, *Socioecon Plan Sci* 32 (1998) 99-112.
- [20] H.K. Smith, P.R. Harper, C.N. Potts, *Bicriteria efficiency/equity hierarchical location models for public service application*, *J Oper Res Soc* 64 (2012) 500-512.
- [21] J.P. Oddoye, M. Tamiz, D.F. Jones, A.A. Foroughi, P. Schmidt, *A multi-objective model to determine efficient resource levels in a medical assessment unit*, *J Oper Res Soc* 58 (2007) 1563-1573.
- [22] F.B. Abdelaziz, M. Masmoudi, *A multiobjective stochastic program for hospital bed planning*, *J Oper Res Soc* 63 (2012) 530-538.
- [23] M. Powell, M. Exworthy, *Equal access to health care and the British National Health Service*, *Policy Stud* 24 (2003) 51-64.
- [24] M.D. Oliveira, *Achieving geographic equity in the Portuguese hospital financing system*, PhD Thesis, Operational Research Department, London School of Economics, University of London, London, 2003.
- [25] S.H. Owen, M.S. Daskin, *Strategic facility location: A review*, *Eur J Oper Res* 111 (1998) 423-447.
- [26] Ministério da Saúde, *Decreto-lei nº 101/2006: Cria a Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados*, *Diário da República: I Série-A*, nº 109 de 6 de Junho, 2006.
- [27] A. McGuire, J. Henderson, G. Mooney, *The economics of health care*, Routledge, London, 1988.
- [28] C.A. Bana e Costa, J.-M. De Corte, J.-C. Vansnick, *MACBETH*, *Int J Inf Technol & Decis Mak* 11 (2012) 359-387.
- [29] C.A. Bana e Costa, J.-M. De Corte, J.-C. Vansnick, *On the mathematical foundations of MACBETH*, in: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, Springer Verlag, New York, 2005, pp. 409–442.
- [30] S. Mahar, K.M. Bretthauer, P.A. Salzarulo, *Locating specialized service capacity in a multi-hospital network*, *Eur J Oper Res* 212 (2011) 596-605.
- [31] J.C. Benneyan, H. Musdal, M.E. Ceyhan, B. Shiner, B.V. Watts, *Specialty care single and multi-period location-allocation models within the Veterans Health Administration*, *Socioecon Plan Sci* 46 (2012) 136-148.
- [32] A. Mestre, M.D. Oliveira, A. Barbosa-Póvoa, *Organizing hospitals into networks: A hierarchical and multiservice model to define location, supply and referrals in planned hospital systems*, *OR Spectr* 34 (2012) 319-348.
- [33] B. Maenhout, M. Vanhoucke, *An integrated nurse staffing and scheduling analysis for longer-term nursing staff allocation problems*, *Omega* 41 (2013) 485-499.
- [34] A.M. Mestre, M.D. Oliveira, A.P. Barbosa-Póvoa, *Location–allocation approaches for hospital network planning under uncertainty*, *Eur J Oper Res* 240 (2015) 791–806.
- [35] M. Koyuncu, R. Erol, *Optimal resource allocation model to mitigate the impact of pandemic influenza: a case study for Turkey*, *J Med Syst* 34 (2010) 61-70.
- [36] S.S. Syam, M.J. Côté, *A location–allocation model for service providers with application to not-for-profit health care organizations*, *Omega* 38 (2010) 157-166.
- [37] L. Sun, G.W. DePuy, G.W. Evans, *Multi-objective optimization models for patient allocation during a pandemic influenza outbreak*, *Comput & Oper Res* 51 (2014) 350-359.

- [38] C.W. Lee, N.K. Kwak, Information resource planning for a health-care system using an AHP-based goal programming method, *J Oper Res Soc* 50 (1999) 1191–1198.
- [39] Ministério da Saúde, Lei nº 48/90: Lei de bases da saúde, nº 195 de 24 de Agosto, Diário da República, 1990.
- [40] M.T. Marsh, D.A. Schilling, Equity measurement in facility location analysis: a review and framework, *Eur J Oper Res* 74 (1994) 1-17.
- [41] A. Oliver, E. Mossialos, Equity of access to health care: outlining the foundations for action, *J Epidemiol Community Health* 58 (2004) 655-658.
- [42] M.D. Oliveira, G. Bevan, Modelling the redistribution of hospital supply to achieve equity taking account of patient's behaviour, *Health Care Manag Sci* 9 (2006) 19-30.
- [43] A. Mehrez, Z. Sinuany-Stern, T. Arad-Geva, S. Binyamin, On the implementation of quantitative facility location models: The case of a hospital in a rural region, *J Oper Res Soc* 47 (1996) 612-625.
- [44] S.R. Earnshaw, K. Hicks, A. Richter, A. Honeycutt, A linear programming model for allocating HIV prevention funds with state agencies: a pilot study, *Health Care Manag Sci* 10 (2007) 239-252.
- [45] T. Drezner, Z. Drezner, A note on equity across groups in facility location, *Nav Res Logist* 58 (2011) 705-711.
- [46] F. Lin, N. Kong, M. Lawley, Capacity planning for publicly funded community based long-term care services, in: M.P. Johnson (Eds.), *Community-based operations research*, Springer, New York, 2012, pp. 297-315.
- [47] V.L. Greene, J. Ondrich, S. Laditka, Can home care services achieve cost savings in long-term care for older people?, *J Gerontol* 53B (1998) S228-S238.
- [48] J. Cinnamon, N. Schuurman, V.A. Crooks, Assessing the suitability of host communities for secondary palliative care hubs: A location analysis model, *Health & Place* 15 (2009) 822-830.
- [49] D.-G. Kim, Y.-D. Kim, A branch and bound algorithm for determining locations of long-term care facilities, *Eur J Oper Res* 206 (2010) 168–177.
- [50] Y. Zhang, M.L. Puterman, M. Nelson, D. Atkins, A simulation optimization approach to long-term care capacity planning, *Oper Res* 60 (2012) 249-261.
- [51] H.F.E. Shroff, T.R. Gullledge, K.E. Haynes, M.K. O'Neill, Siting efficiency of long-term health care facilities, *Socioecon Plan Sci* 32 (1998) 25-43.
- [52] Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados, Modelo de referência de utentes – Rede Nacional de Cuidados Continuados, Cuidados Continuados – Saúde e Apoio Social, 2009.
- [53] K. Leichsenring, J. Billings, N. Nies, Long-term care in Europe – Improving policy and practice, Palgrave Macmillan, Basingstoke, 2013.
- [54] Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados, Rede Nacional para os Cuidados Continuados Integrados, 2009.
- [55] Administração Central do Sistema de Saúde, Implementação e Monitorização da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados – Relatório Final, Cuidados Continuados – Saúde e Apoio Social, 2013.
- [56] T. Cardoso, M. Oliveira, A. Barbosa-Póvoa, S. Nickel, Modeling the demand for long-term care services under uncertain information, *Health Care Manag Sci* 15 (2012) 385-412.
- [57] ERS, Avaliação do acesso dos utentes aos cuidados continuados de saúde, Entidade Reguladora de Saúde, 2013.
- [58] M. Lopes, F. Mendes, A. Escoval, M. Agostinho, C. Vieira, I. Vieira, C. Sousa, S. Cardozo, A. Fonseca, V.C. Novas, G. Eliseu, I. Serra, C. Morais, Plano Nacional de Saúde 2011-2016: Cuidados continuados integrados em Portugal – analisando o presente, perspectivando o futuro, Évora, 2010.
- [59] H.A. Eiselt, G. Laporte, Objectives in location problems, in: Z. Drezner (Eds.), *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*, Springer, New York, 1995, pp. 151–180.
- [60] J.L. Cohon, *Multiobjective programming and planning*, Academic Press, Inc., London, 1978.
- [61] R.T. Marler, J.S. Arora, The weighted sum method for multi-objective optimization: new insights, *Struct Multidiscip Optim* 41 (2010) 853–862.
- [62] R.L. Keeney, H. Raiffa, *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*, Wiley, New York, 1976.
- [63] C.A. Bana e Costa, M.D. Oliveira, A multicriteria decision analysis model for faculty evaluation, *Omega* 40 (2012) 424–436.

- [64] J. Sanchis, M.A. Martínez, X. Blasco, Integrated multiobjective optimization and a priori preferences using genetic algorithms, *Inf Sci* 178 (2008) 931-951.
- [65] R.L. Keeney, *Value-focused thinking: A path to creative decisionmaking*, Harvard University Press, Cambridge, 1992.
- [66] C.A. Bana e Costa, J.-C. Vansnick, Applications of the MACBETH approach in the framework of an additive aggregation model, *J Multi-Criteria Decis Anal* 6 (1997) 107-114.
- [67] V. Belton, T.J. Stewart, *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*, Kluwer Academic Publishers, USA, 2002.
- [68] M. Ehrgott, M.M. Wiecek, Multiobjective programming, in: J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys*, Springer Verlag, Boston, 2005, pp. 667-722.
- [69] Bana Consulting, *M-MACBETH Version 1.1: User's Guide*, Lisbon, 2005.
- [70] Bana Consulting, *M-MACBETH*, Disponível via <http://www.m-macbeth.com/en/m-home.html>. Acesso: Fevereiro 2015.
- [71] R.A. Gerrard, R.L. Church, Closest assignment constraints and location models: properties and structure, *Locat Sci* 4 (1996) 251-270.
- [72] Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados, *Relatório de monitorização do desenvolvimento e da actividade da Rede Nacional de Cuidados Continuados Integrados (RNCCI)*, 2011, Cuidados Continuados – Saúde e Apoio Social, 2012.
- [73] Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados, *Unidade de Missão para os Cuidados Continuados Integrados*, Disponível via: www.rncci.min-saude.pt. Acesso: Fevereiro 2013.
- [74] ViaMichelin, *ViaMichelin Maps and Route Planner*, Disponível via <http://www.viamichelin.co.uk/>. Acesso: Setembro 2014.
- [75] Autoridade Reguladora da Saúde, *Estudo do acesso dos utentes aos cuidados continuados de saúde*, Porto, 2011.
- [76] Observatório Português dos Sistemas de Saúde, *Relatório de Primavera 2011*, OPSS, 2011.
- [77] Região de Saúde do Algarve, *Plano Director Regional da Saúde do Algarve*, Algarve, 2004.
- [78] Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social, *Plano de implementação da RNCCI e orçamento RNCCI 2011, MTSS*, Lisboa, 2011.