

Modelo de localização e alocação de pontos de atendimento à Urgência & Emergência: subsídios para a definição de critérios de seleção de Hospitais de Pequeno Porte (HPP) em Minas Gerais*

Bárbara Regina Pinto e Oliveira
Mestranda em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia UFMG

Ignez Helena Oliva Perpétuo
CEDEPLAR/UFMG

Francisco Carlos Cardoso de Campos
Núcleo de Educação em Saúde Coletiva - NESCON/FM/UFMG

Luiz Ricardo Pinto
Escola de Engenharia UFMG

Resumo:

Esse trabalho discute problemas relacionados à rede hospitalar de Minas Gerais, particularmente aqueles relacionados à localização espacial de pequenos hospitais. Os autores propõem um modelo matemático de otimização para localização e alocação de pontos de atendimento à urgência e emergência para Minas Gerais. O modelo é uma adaptação dos modelos clássicos propostos na Pesquisa Operacional para a resolução de problemas do tipo *hub-and-spoke*. Apesar de ser uma proposta preliminar simplificada, o modelo já é capaz de captar algumas insuficiências na rede estadual, as quais são discutidas nesse trabalho.

Palavras Chave: otimização espacial, acessibilidade geográfica em saúde, GIS em saúde, Hospitais de Pequeno Porte, avaliação de políticas públicas.

Área Temática: Políticas Públicas

* Este trabalho contou com o apoio da FAPEMIG.

Modelo de localização e alocação de pontos de atendimento à Urgência & Emergência: subsídios para a definição de critérios de seleção de Hospitais de Pequeno Porte (HPP) em Minas Gerais

**Bárbara Regina Pinto e Oliveira
Ignez Helena Oliva Perpétuo
Francisco Carlos Cardoso de Campos
Luiz Ricardo Pinto**

1. Introdução

A partir de 2004 os Hospitais de Pequeno Porte (HPP) passaram a ser alvo de uma política particular do Sistema Único de Saúde (SUS), usufruindo de uma modalidade especial de contratação, mediante adesão voluntária, que previa a fixação e transferência de valores financeiros globais, independentemente de sua produção de serviços (Brasil, 2004). Essa modalidade de remuneração de serviços foi restrita a hospitais localizados em municípios ou microrregiões de saúde com pelo menos 30.000 habitantes, para hospitais públicos ou sem fins lucrativos com 5 a 30 leitos cadastrados no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), e em municípios com cobertura do Programa de Saúde da Família (PSF) de, pelo menos, 75% da população, reconhecendo seu papel assistencial de estrutura de apoio à atenção primária.

No momento da redação deste artigo verifica-se intensa discussão no âmbito intergovernamental sobre as possíveis destinações dos HPP na Rede de Atenção à Saúde do SUS, além dos critérios para o seu financiamento e dos pontos de corte populacionais e de número de leitos para a delimitação desse tipo de hospital em relação aos demais. Sintomaticamente, a Política Nacional de Atenção Hospitalar - PNHOSP (Brasil, 2013), editada em dezembro de 2013, não define esses critérios, sendo objeto de estudos e negociação entre os representantes do Ministério da Saúde, estados e municípios, no espaço da Comissão Intergestores Tripartite (CIT).

A discussão dos critérios para a definição dos "pontos de corte" da população mínima que possa justificar a existência de uma unidade hospitalar, bem como o número mínimo de leitos que caracterizaria um HPP, em geral não tem levado em consideração aspectos de acessibilidade geográfica, predominando justificações de natureza econômica (economias de escala, desempenho hospitalar, ocupação hospitalar etc.).

Este estudo visa aportar contribuições dos métodos de localização e alocação de facilidades da Pesquisa Operacional para o debate sobre a destinação dos HPP, ao simular a aplicação de critérios de acessibilidade espacial na seleção de hospitais ou pontos de atenção vocacionados para o atendimento de Urgência & Emergência (U&E), tornando-os potencialmente elegíveis para a destinação de recursos de investimento e custeio. Esse tipo de critério vem se acrescentar aos usualmente propostos para a seleção dos pequenos hospitais do interior que "merecem sobreviver", ou seja, que detenham um papel essencial como ponto de atenção às Urgências & Emergências.

O modelo de otimização foi aplicado aos municípios do estado de Minas Gerais por este já contar com uma política consolidada de apoio aos hospitais do interior, numa lógica de organização em redes de atenção, qual seja o *Programa de Fortalecimento e Melhoria da Qualidade dos Hospitais* (Pro-Hosp), implantado pelo governo estadual a partir de 2003, e por restrições contingenciais da equipe a uma base de dados geográfica que contivesse a matriz de tempos de deslocamento entre todos os municípios do país.

2. O Pro-Hosp e os Hospitais de Pequeno Porte

Segundo o CNES, o Brasil contava em dezembro de 2013 com 7.029 hospitais, excetuando-se Hospitais Dia, sendo que 5.472 prestam serviços ao SUS.

Segundo Fortes et. al (2012), em 2008 a Rede SUS de Minas Gerais dispunha de 528 hospitais, com 37.327 leitos, excluindo-se os psiquiátricos. Desse total, 138 participavam do Pro-Hosp. Em linhas gerais, o Pro-Hosp apoia técnica e financeiramente um conjunto de hospitais localizados nas cidades polo das "microrregiões" e "macrorregiões" de saúde definidas no desenho de regionalização do sistema de saúde, descritas no Plano Diretor de Regionalização (PDR), um dos instrumentos introduzidos pela NOAS SUS 01/2002 (Brasil, 2002). Segundo material de divulgação do programa, o mesmo

"possibilita à população mineira atendimento hospitalar de qualidade e com resolutividade o mais próximo possível de sua residência, segundo a lógica dos níveis de complexidade (média ou alta), otimizando a eficiência dos hospitais, e, assim, consolidando a oferta da atenção hospitalar nos polos macro e microrregionais de Minas Gerais. Como Minas Gerais é um Estado de enorme extensão territorial (853 municípios) e grande disparidade socioeconômica, o Pro-Hosp procurou consolidar a política estadual de regionalização da saúde, investindo nas 75 microrregiões e 13 macrorregiões sanitárias. O objetivo é que o paciente se desloque o mínimo possível de seu município para receber assistência médica necessária, evitando ter que viajar ou ser transportado para os grandes centros ou para Belo Horizonte." (Minas Gerais, 2011)

Na verdade, o Pro-Hosp pretendia, ao concentrar o apoio financeiro e o investimento em desenvolvimento gerencial de hospitais localizados em municípios polos micro e macrorregionais, reorientar a organização de todo o sistema hospitalar no estado. O argumento para se concentrar esses recursos prendia-se a um diagnóstico de ineficiência econômica dos hospitais de menor porte, existentes em número muito elevado e dispersos sem critérios racionais pelo território, apresentando baixas taxas de ocupação e elevados índices de internação de problemas passíveis de serem resolvidos pela atenção primária em saúde. O diagnóstico que antecedeu essa política de reorientação da atenção hospitalar pode ser compreendido pelas motivações apontadas por um dos atores envolvidos no planejamento e gestão do programa:

"Em 2003 havia uma grave crise na atenção hospitalar pública no estado de Minas Gerais que foi consignada como: "Minas tem muitos hospitais e pouca atenção hospitalar eficiente e de qualidade". Havia no estado 593 hospitais contratados com o SUS, um total de 35.922 leitos. Isso representava uma relação de 2,35 leitos SUS por mil habitantes, uma relação média confortável. Contudo, constatou-se que apenas 17% dos hospitais tinham mais de 100 leitos; esses hospitais produziam 39% das internações; e 33% dos hospitais tinham menos de 30 leitos. A taxa de ocupação dos hospitais do SUS situava-se num valor médio de 38%, mas era inferior a 30% nos hospitais com menos de 30 leitos. A eficiência total média dos hospitais do SUS, medida pela DEA (análise de envoltório de dados) era de 0,30 nos hospitais com menos de 25 leitos, de 0,60 nos hospitais com 100 a 250 leitos, e de 0,70 nos hospitais com mais de 250 leitos e o que explicava esses diferenciais era a eficiência de escala. Cerca de 48,2% das internações dos hospitais com menos de 30 leitos eram por condições sensíveis à atenção ambulatorial, o que significava internações evitáveis ou desnecessárias; essas internações consumiam mais de 125 milhões de reais por ano e se deviam, em maior parte, à Lei de Roemer de indução da demanda pela oferta. A grande maioria dos hospitais de Minas Gerais (68%) está localizada em pequenos municípios, com população inferior a 50 mil habitantes. No entanto, como era de se esperar, não são esses municípios que concentram os leitos da Rede SUS. A maioria dos leitos está distribuída entre os grandes municípios mineiros, dos quais pode-se destacar Belo Horizonte, Contagem, Uberlândia e Juiz de Fora, fato que pode ser explicado pela maior concentração de recursos tecnológicos e profissionais de saúde nestes territórios" (Lima, 2010, p. 51-2)

A intencionalidade da concentração da assistência hospitalar exclusivamente nos hospitais apoiado pelo Pro-Hosp, embora não explícita nos documentos públicos do programa, fica mais clara em análises externas como a promovida pelo Banco Mundial no bojo de extenso estudo sobre o desempenho hospitalar brasileiro:

"O PROHOSP direcionou o financiamento estadual de investimentos para um subgrupo de 130 hospitais "polo" (hospitais de referência), nas micro e macrorregiões. A ideia era reduzir a oferta de hospitais menores e aumentar a capacidade resolutive dos hospitais de maior porte. Minas Gerais está investindo em hospitais maiores (de mais de 100 leitos) ou em hospitais com capacidade técnica para servir como centros regionais de referência. O estado planeja converter um número indeterminado de pequenos hospitais em ambulatórios ou prontos-socorros. Com o tempo, todo o financiamento para internações em unidades fora desse escopo (não "polo") deve ser descontinuado, e muitas dessas unidades devem provavelmente ser fechadas" (La Forgia, G.M., 2009 p. 354-5).

Os documentos do Pro-Hosp estabelecem um número mínimo ideal de 100 leitos para que um hospital apresentasse economias de escala. Na verdade, evidências mais recentes indicam valores bem maiores para o porte de hospitais economicamente viáveis. Recente estudo dinamarquês encontrou um número ótimo de 275 leitos para a garantia de economias de escala de longo prazo, com intervalo de confiança de 95% de certeza variando entre 130 a 585 leitos, concluindo pela recomendação de concentrar os hospitais com menos de 230 leitos em unidades maiores naquele sistema de saúde (Kristensen et al., 2012).

Mesmo utilizando esse critério de eficiência, constata-se que, dos 138 hospitais admitidos no Pro-Hosp nos primeiros anos, 55% deles tinha menos de 100 leitos (Fortes et alii., 2012, p.3), indicando que critérios de localização e acessibilidade espacial inerentes ao desenho da regionalização e expressos no PDR também foram determinantes.

A política de concentração de serviços hospitalares promovida pelo Pro-Hosp foi exitosa sendo que, de 2003 ao presente, houve uma redução do número de unidades hospitalares no estado. A Pesquisa de Assistência Médico-Sanitária (AMS) realizada em 2002, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), encontrou em Minas Gerais 765 estabelecimentos de saúde com internação, dos quais 639 atendiam ao SUS. No primeiro ano após a implantação do sistema CNES, em 2004, contam-se, em Minas Gerais, 603 hospitais apresentando produção de internações no Sistema de Informações Hospitalares (SIH). Em dezembro de 2013, o CNES registra 542 unidades hospitalares, incluindo hospitais especializados, gerais e unidades mistas, e o SIH registra apenas 517 unidades com produção de internações. Conta-se, portanto, uma redução de 97 hospitais no período de nove anos (AMS 2002 e registros no CNES em dezembro de 2013), ou uma redução de 86 hospitais se considerarmos apenas as unidades com produção de internações.

Uma questão a ser considerada é que os critérios de acessibilidade utilizados para localização das sedes dos municípios polo de micro e macrorregião, objeto do programa de estímulo estadual, admitiram tempos máximos de deslocamento muito elevados, ao se adotar os critérios existentes nos sistemas de saúde de outros países ou mesmo os tempos admitidos na conformação da Rede de Atenção em Urgência & Emergência - RUE. Para os critérios de acessibilidade geográfica em Minas Gerais, Malachias et al. (2013) sugerem distâncias máximas de 150 Km em relação ao polo, com um máximo de 2 horas de tempo de deslocamento em vias não pavimentadas, sendo o tempo ideal de 1 hora e 20 minutos. Esses critérios, no entanto, foram aparentemente aplicados empiricamente, sem a utilização de uma aplicação computacional mais rigorosa (Minas Gerais, 2008).

Na reforma do sistema de U&E de Portugal utilizou-se o critério de localizar uma unidade de urgência com plantão médico em áreas com mais de 40 mil habitantes ou, se o tempo de trajeto for maior que 60 minutos, de um Serviço de Urgência Médico Cirúrgica, este último

com cirurgiões e anestesistas de plantão (Portugal, 2007). Norma semelhante foi adotada nos critérios para localização de unidades de pronto atendimento com plantão médico 24 horas definidos no desenho da Linha de Cuidado do Trauma da Rede de Atenção às Urgências e Emergências (RUE) no âmbito do SUS:

"Os Municípios ou regiões de saúde com populações de sua área de abrangência menor que 200.000 (duzentos mil) habitantes e localizados a mais de 60 (sessenta) minutos de deslocamento de um Centro de Trauma Tipo I por meio de transporte sanitário mais rápido disponível deverão contar com estrutura ambulatorial ou hospitalar (Unidades de Pronto Atendimento 24 h - UPA 24h) ou Salas de Estabilização (SE) para a garantia do primeiro atendimento e estabilização dos casos de trauma com plantão médico 24 (vinte e quatro) horas" (Brasil, 2013).

No modelo utilizado nesse trabalho considerou-se essa referência de tempo máximo de deslocamento de uma hora até um ponto de atendimento de U&E, pressupondo que nos municípios menores esse atendimento poderia ser realizado preferencialmente nos HPP, tornando-os elegíveis para programas de apoio financeiro ou institucional federais ou estaduais.

3. Problemas de localização e alocação

O problema de interesse neste estudo pode ser classificado como um problema clássico de localização e alocação de facilidades da Pesquisa Operacional (PO). Em linhas gerais, esse tipo de problema aborda a definição da localização de facilidades a serem instaladas com base na existência de uma demanda por seus produtos/serviços espacialmente distribuída em seu entorno. Os modelos representativos destes sistemas são elaborados de forma a otimizar um ou mais critérios pré-definidos, como por exemplo, a minimização dos custos de instalação das facilidades e/ou a minimização da distância total entre as facilidades e seus pontos de demanda.

Na maioria dos problemas de localização e alocação de facilidades a arquitetura da rede é do tipo “*hub-and-spoke*”, ou eixo-raio, cujo interesse tem se expandido rapidamente nas últimas décadas. Atualmente diversas aplicações podem ser encontradas em problemas envolvidos com redes de telecomunicações e sistemas logísticos de transporte de cargas e passageiros.

Os *hubs* são um dos elementos chave desse tipo de rede, estes consistindo em pontos que concentram fluxos de diferentes origens a fim de garantir que alguns recursos, muitas vezes limitados, estejam bem localizados e consigam atender a maior demanda possível. Dessa forma, a inclusão de *hubs* em problemas de localização e alocação de facilidades oferece uma grande vantagem econômica se comparada a sistemas em que cada ponto de oferta de produto ou serviço possa atender apenas um ponto de demanda.

O'Kelly et al (1994) definem diversas variantes dos sistemas eixo-raio, a alocação de um determinado ponto, por exemplo, pode ser classificada como simples, ou múltipla, o que significa que esse ponto se conecta, respectivamente, com um único, ou diversos *hubs* da rede. A Figura 1 apresenta um exemplo de rede com alocação simples.

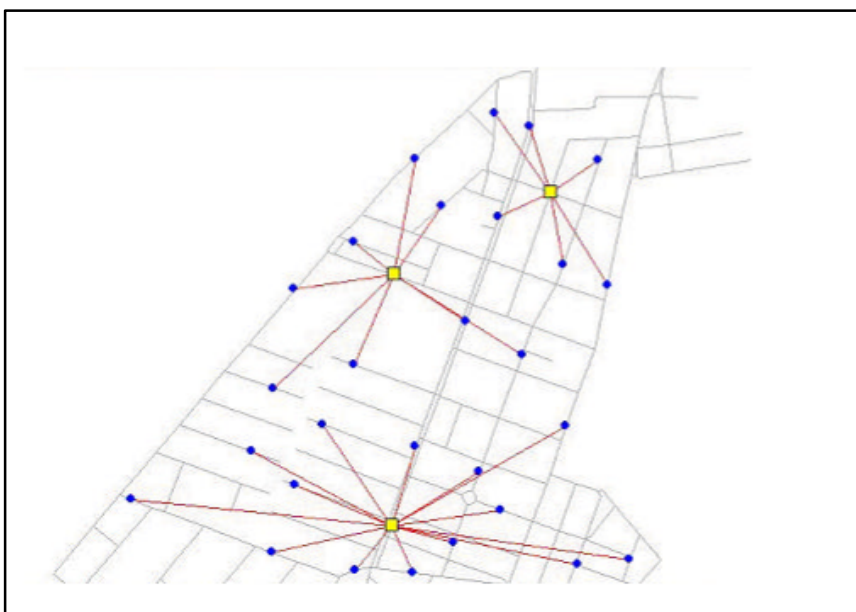


Figura 1: Exemplo de alocação simples em uma rede *hub-and-spoke*

Segundo De Camargo et al. (2008) a solução de sistemas do tipo eixo-raio envolvem dois tipos de problema, o de localização, que consiste em definir o local da rede onde as facilidades serão instaladas, e o de alocação, que consiste na associação de um ponto de demanda a um *hub* instalado.

O foco principal deste trabalho é propor uma formulação para um problema de localização e alocação de *hubs* com alocação simples. No modelo proposto os pontos de atenção à U&E representam os *hubs*, que serão alocados a outros municípios onde existe a demanda, mas, não a oferta desse tipo de serviço.

4. Formulação e Definições

A formulação matemática do problema exposto foi baseada nas seguintes definições:

- N : o conjunto de municípios pertencentes à rede em análise e candidatos à instalação de um ponto de atenção;
- C_i : o custo de instalação de um ponto de atenção (foi considerado que esse custo é indiferente à localização do *hub* a ser instalado);
- C_t : custo médio de deslocamento dos pacientes por unidade de tempo;
- P_i : a demanda de cada município i por atendimento, tal que $i \in N$ e $P_i > 0$. Essa demanda foi estimada como sendo diretamente proporcional à população registrada em cada um dos municípios da rede de atendimento;
- T_{ij} : o tempo necessário para que os pacientes sejam transferidos do município i para o município j , tal que $i, j \in N$;
- t : tempo máximo de deslocamento dos pacientes que buscam atendimento médico em outros municípios que não o de residência;
- P_{\max} : população máxima de uma cidade sem *hub*. Se o número de habitantes de um município for superior a este valor um ponto de atenção será necessariamente instalado no local;
- Per : percentual máximo da população do *hub* que o município atendido pode ter, ou seja, um município só pode ser *hub* de outro se ele tiver no mínimo uma população maior que esse percentual.

Também foram definidas as seguintes variáveis de decisão:

- Y_i : variável binária que indica se o ponto i tem um *hub* instalado (1), ou não (0);
- X_{ik} : variável binária que indica se o ponto i está alocado ao *hub* k (1), ou não (0);

O modelo de otimização relativo à localização e alocação dos pontos de atenção é apresentado nas equações (1) a (9).

$$F. O.: \text{Min } z = \sum_{i \in N} C_i \cdot Y_i + Ct \sum_{i, j \in N} T_{ij} \cdot X_{ij} \quad (1)$$

s.a.

$$X_{ij} \leq Y_j \quad \forall i, j \quad (2)$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij} = 1, \forall i \in N \quad (3)$$

$$Y_i = 1 \quad \forall P_i \geq P_{max} \quad (4)$$

$$T_{ij} \cdot X_{ij} \leq t, \forall i, j \in N \quad (5)$$

$$X_{ii} - Y_i = 0, \forall i \in N \quad (6)$$

$$Per. P_i X_{ij} \leq P_j, \forall i, j \in N \quad (7)$$

$$Y_i = \{0,1\}, \forall i \in N \quad (8)$$

$$X_{ij} = \{0,1\}, \forall i, j \in N \quad (9)$$

A função objetivo (1) busca minimizar o custo de instalação dos pontos de atenção e o custo médio de deslocamento dos pacientes na rede de atendimento de serviços de baixa complexidade. Os valores de C_i e C_t não precisam ser absolutos, mas sim relativos, sendo que $C_i \gg C_t$, ou seja, C_i deve ser muito maior que C_t . A restrição (2) força que o fluxo de pacientes só exista dos municípios não-*hubs* para os municípios com pontos de atenção instalados. A restrição (3) limita a alocação de cada município a apenas um ponto de atenção. A restrição (4) garante que os municípios com população maior ou igual à P_{max} tenham, necessariamente, pelo menos um ponto de atenção. A restrição (5) define um limite máximo para o tempo de deslocamento do paciente até o local de atendimento. A restrição (7) força

que o atendimento dos pacientes residentes em municípios com ponto de atenção instalado seja feito no próprio local. A restrição (7) define um limite máximo para a população dos municípios atendidos por um determinado *hub*. Assim, um município *A* só pode ser *hub* de município *B* se *A* tiver pelo menos um percentual igual a *Per* da população de *B*. Isso visa evitar que municípios pequenos sejam *hub* de municípios grandes, ou seja, o fluxo de pacientes sempre se dará de municípios menores para os maiores ou com populações próximas (desde que o percentual *Per* seja alto).

Por fim, o conjunto de restrições (8) e (9) assegura que as variáveis de localização e alocação dos *hubs* sejam binárias.

5. Análise dos Resultados

O modelo apresentado na sessão anterior foi abastecido com dados reais referentes ao Estado de Minas Gerais. As informações quanto às coordenadas geográficas, latitude e longitude, e a demografia dos 853 municípios mineiros foram obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, a Matriz Distância T_{ij} , que define o tempo gasto no deslocamento de um paciente do município *i* para o município *j* foi calculada utilizando ferramentas gratuitas do Google Maps capazes de determinar a distância e o respectivo tempo de deslocamento entre cada par de municípios.

Os outros parâmetros de entrada do problema foram estimados com base na experiência de outros sistemas de saúde, como por exemplo, o limite de 1 hora para o tempo de deslocamento dos pacientes, já comentado anteriormente. A população máxima sem hospital (50.000 habitantes) resultou da aplicação da necessidade de 2 leitos por 1.000 habitantes, supondo, então, que *a priori* existiria, pelo menos, um hospital nos municípios com população maior que esse número. O percentual *Per* de 80% refere-se a constatação de que um município com população muito maior que outro dificilmente lhe encaminha pacientes em número expressivo, ou seja, o fluxo de pacientes é preferencialmente orientado para municípios com população semelhante, ou superior à sua.

Esses dados estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de entrada do modelo de otimização

Parâmetro	Valor
N	853
t	1 hora
P_{\max}	50.000
Per	0.8

Para desenvolver o modelo foram utilizados os seguintes recursos computacionais: linguagem de programação matemática AMPL, e o pacote de otimização CPLEX.

Além disso, para o cálculo da matriz distância foi utilizada a linguagem de programação PYTHON e a API gratuita do Google Maps. Esses e outros parâmetros de entrada do modelo foram armazenados em uma ampla base de dados no MS SQL Server.

Segundo os resultados obtidos com base nas restrições referentes ao tempo máximo de deslocamento dos pacientes, e à instalação de pontos de atenção à U&E em determinadas

idades, 202 municípios mineiros deveriam ser contemplados com pelo menos um ponto de atenção à U&E. A Figura 2 apresenta a distribuição espacial sugerida pelo modelo de otimização para esses hospitais.

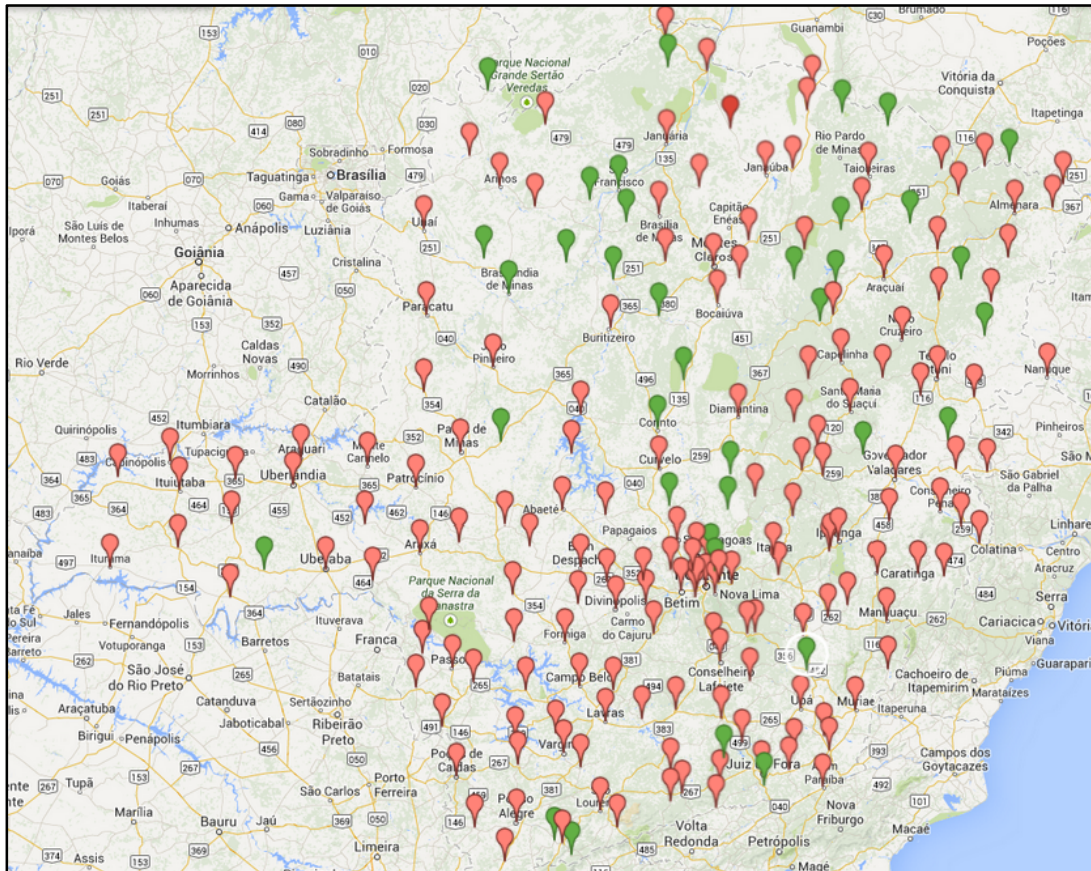


Figura 2: Localização dos pontos de atenção sugeridos pelo modelo de otimização.

Na Figura 2 os pontos verdes representam os locais sugeridos pelo modelo de otimização onde ainda não existem nem mesmo pequenos hospitais registrados no CNES. Os outros pontos, marcados em vermelho no mapa, referem-se a municípios onde já existem hospitais registrados, que abrigam ou poderiam abrigar pontos de atenção à U&E.

Vale ressaltar que o modelo indicou a necessidade de instalação de pontos de atenção em 36 municípios que não contam nem mesmo com pequenos hospitais. Trata-se de um dado inusitado num estado que tem um diagnóstico de excesso de pequenos hospitais, dispersos pelo enorme território, e com baixo desempenho (Lima, 2010, p. 51-2).

Para uma melhor análise dos resultados, as informações também foram filtradas por região. As regiões Norte e Nordeste do Estado foram destacadas principalmente pelos grandes vazios assistenciais observados, onde se concentram a maior parte dos “novos” pontos de atenção, em municípios atualmente sem hospitais (vide a grande concentração de marcadores verdes na Figura 2). As Figuras 3 e 4 apresentam os *clusters* propostos para essas duas regiões. No contexto desse trabalho, um *cluster* representa um conjunto de municípios próximos que poderiam, pelos critérios utilizados, serem atendidos por um único ponto de atenção à U&E (municípios polo, em amarelo).

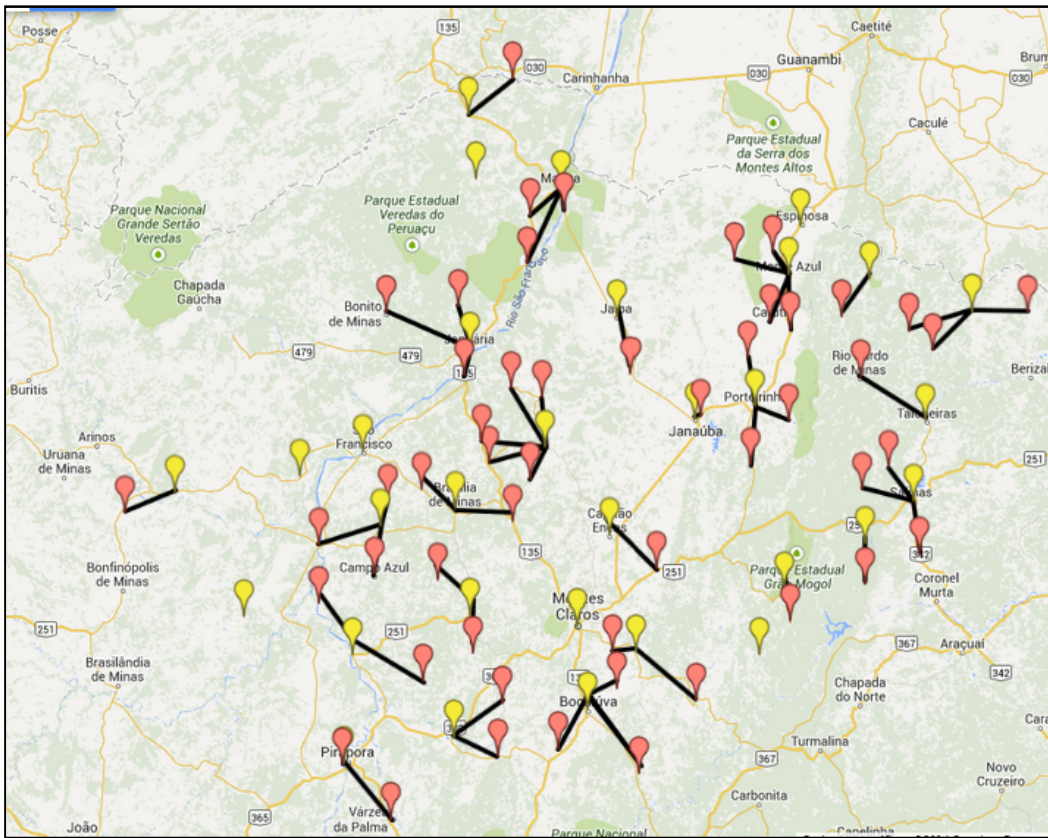


Figura 3: Clusters propostos para a Região Norte de Minas Gerais

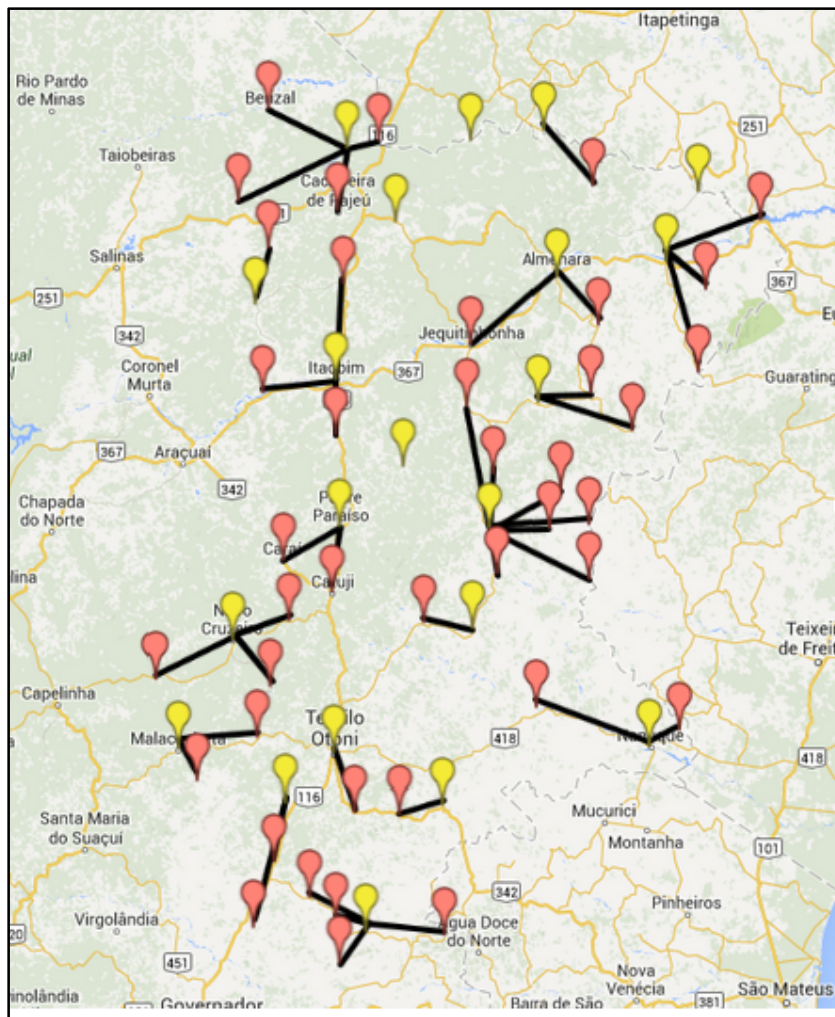


Figura 4: Clusters propostos para a Região Nordeste de Minas Gerais

Os resultados para a região Norte sugerem a definição de 31 municípios polo para atender os outros 51 pertencentes à mesma área. Na região Nordeste este valor se reduz a 21 municípios polo para atender os demais 41 municípios da região. Em ambos os casos, os polos sugeridos representam entre 30 a 40% do total de municípios. Além disso, pelas Tabelas 2 e 3, nota-se que alguns dos *hubs* definidos pelo modelo de otimização não pertencem a nenhum *cluster*, ou são alocados para atender a demanda de poucos municípios (1 ou 2).

Tabela 2: Alocação dos *hubs* na região Norte

<i>Hubs</i>	Municípios Atendidos
Bocaiúva	Bocaiúva, Engenheiro Navarro, Guaraciama, Olhos d'Água
Botumirim	Botumirim
Brasília de Minas	Brasília de Minas, Luislândia, Mirabela
Coração de Jesus	Coração de Jesus, São João da Lagoa, São João do Pacuí
Espinosa	Espinosa
Francisco Sá	Francisco Sá, Capitão Enéas
Grão Mogol	Grão Mogol, Cristália
Ibiaí	Ibiaí, Lagoa dos Patos, Ponto Chique
Jaíba	Jaíba, Verdelândia
Janaúba	Janaúba, Nova Porteirinha

Januária	Januária, Bonito de Minas, Cônego Marinho, Pedras de Maria da Cruz
Jequitaiá	Jequitaiá, Claro dos Poções, Francisco Dumont
Juramento	Juramento, Glaucilândia, Itacambira
Manga	Manga, Itacarambi, Matias Cardoso, São João das Missões
Miravânia	Miravânia
Montalvânia	Montalvânia, Juvenília
Monte Azul	Monte Azul, Catuti, Gameleiras, Mamonas, Mato Verde
Montes Claros	Montes Claros
Montezuma	Montezuma, Santo Antônio do Retiro
Padre Carvalho	Padre Carvalho, Josenópolis
Pintópolis	Pintópolis
Pirapora	Pirapora, Buritizeiro, Várzea da Palma
Porteirinha	Porteirinha, Pai Pedro, Riacho dos Machados, Serranópolis de Minas
Salinas	Salinas, Fruta de Leite, Novorizonte, Rubelita
Santa Fé de Minas	Santa Fé de Minas
São Francisco	São Francisco
São João da Ponte	São João da Ponte, Ibiracatu, Japonvar, Lontra, Patis, Varzelândia
São João do Paraíso	São João do Paraíso, Indaiabira, Ninheira, Vargem Grande do Rio Pardo
Taiobeiras	Taiobeiras, Rio Pardo de Minas
Ubaí	Ubaí, Campo Azul, Icaraí de Minas, São Romão
Urucuaia	Urucuaia, Riachinho

Tabela 3: Alocação dos *hubs* na região Nordeste

<i>Hubs</i>	Municípios Atendidos
Águas Formosas	Águas Formosas, Bertópolis, Crisólita, Fronteira dos Vales, Joáima, Machacalis, Santa Helena de Minas, Umburatiba
Águas Vermelhas	Águas Vermelhas, Berizal, Cachoeira de Pajeú, Curral de Dentro, Divisa Alegre
Almenara	Almenara, Jequitinhonha, Rubim
Ataléia	Ataléia, Ouro Verde de Minas
Comercinho	Comercinho, Santa Cruz de Salinas
Divisópolis	Divisópolis
Felisburgo	Felisburgo, Palmópolis, Rio do Prado
Itambacuri	Itambacuri, Campanário, Jampruca
Itaobim	Itaobim, Itinga, Medina, Ponto dos Volantes
Jacinto	Jacinto, Salto da Divisa, Santa Maria do Salto, Santo Antônio do Jacinto
Jordânia	Jordânia
Malacacheta	Malacacheta, Franciscópolis, Poté
Mata Verde	Mata Verde, Bandeira
Monte Formoso	Monte Formoso, Carlos Chagas
Nanuque	Nanuque, Serrados Aimorés

Novo Cruzeiro	Novo Cruzeiro, Itaipé, Ladainha, Setubinha
Padre Paraíso	Padre Paraíso, Caraí, Catuji
Pavão	Pavão, Novo Oriente de Minas
Pedra Azul	Pedra Azul
São José do Divino	São José do Divino, Nova Belém, Nova Módica, Pescador, São Félix de Minas
Teófilo Otôni	Teófilo Otôni, Frei Gaspar

À primeira vista, esses valores parecem ser contraditórios com as diretrizes de economia de escala propostas pela regionalização do sistema de saúde brasileiro. Mas é preciso levar em conta as dificuldades encontradas nessas regiões, que vão além do âmbito puramente econômico. Muitos municípios localizados ao Norte e Nordeste do Estado estão isolados espacialmente. Além das grandes distâncias que os separam, o acesso viário a esses locais pode ser difícil. Logo, mesmo que o fluxo de pacientes não seja tão intenso, a existência de pontos de atendimento de U&E nesses locais se justifica pela necessidade de se atender às restrições de tempo de deslocamento máximo dos pacientes e de maior equidade no acesso da população aos serviços de saúde.

Outro fato relevante é que dos 202 municípios indicados pelo modelo, apenas 100 deles (49,5%) possuem hospitais com incentivos do Pro-hosp. Além disso, um dado interessante para possíveis reorientações dos programas de apoio aos pequenos hospitais é que em 4 municípios indicados pelo modelo como *hubs* já houve hospitais que fecharam suas portas no período de vigência do Pro-Hosp (Cordisburgo, Corinto, Coroaci e Pavão).

6. Conclusão

O modelo aqui proposto tem caráter meramente preliminar e ilustrativo do potencial das técnicas de Pesquisa Operacional aplicadas ao campo da atenção à saúde e à U&E em particular. O que se pretendeu com esse ensaio foi aplicar critérios de localização para pontos de atenção às U&E como estratégia metodológica para a seleção de municípios candidatos a receberem esses dispositivos sanitários, indicando a possibilidade de aproveitamento dos HPP para essa destinação.

Apesar do seu caráter preliminar, o modelo consegue captar insuficiências no desenho espacial da rede hospitalar existente no território do estado, e aponta para eventuais melhorias na acessibilidade espacial e na alocação de recursos estaduais e federais segundo critérios de necessidade objetivamente estabelecidos.

A implementação concreta desse tipo de modelagem exigiria o acréscimo de outras restrições para adequá-lo melhor à realidade do sistema de saúde. Nesse sentido, variáveis como direcionamento e hierarquias dos fluxos de pacientes na rede de atenção e a diferenciação de tipos de unidades assistenciais poderiam ser incorporadas. A adoção de unidades de análise mais desagregadas, como os setores censitários do IBGE, poderia ser também um refinamento útil, na medida em que constata-se populações relevantes localizadas em distritos municipais distantes dos polos sugeridos.

7. Referências bibliográficas

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. (2002) Regionalização da Assistência à Saúde: aprofundando a descentralização com equidade no acesso: Norma Operacional da Assistência à Saúde: NOAS-SUS 01/02.

Brasil. Ministério da Saúde. (2004) Portaria nº 1044/GM, de 01 de junho de 2004, institui a Política Nacional para os Hospitais de Pequeno Porte.

Brasil. Ministério da Saúde. (2013). Portaria Nº 3.390/GM, de 30 de dezembro de 2013. Institui a Política Nacional de Atenção Hospitalar (PNHOSP) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), estabelecendo-se as diretrizes para a organização do componente hospitalar da Rede de Atenção à Saúde (RAS).

Brasil. Ministério da Saúde. (2013). Portaria Nº 1.366/GM, de 8 de julho de 2013, Estabelece a organização dos Centros de Trauma, estabelecimentos de saúde integrantes da Linha de Cuidado ao Trauma da Rede de Atenção às Urgências e Emergências (RUE) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS).

De Camargo, R. S., Miranda Jr, G., & Luna, H. P. (2008). Benders decomposition for the uncapacitated multiple allocation hub location problem. *Computers & Operations Research*, 35(4), 1047-1064.

Fortes, F. B., & Camargos M. S. (2012). Análise descritiva da rede hospitalar do Sistema Único de Saúde de Minas Gerais (SUS - MG). XV Seminário sobre Economia Mineira.

Kristensen, T., Olsen, K.R., Kilsmark, J., Lauridsen, J.T., Pedersen, K.M. (2012). Economies of scale and scope in the Danish hospital sector prior to radical restructuring plans, *Health Policy*, Elsevier, vol. 106(2).

LaForgia GM, Couttolenc BF. (2009). Desempenho Hospitalar no Brasil: Em Busca da Excelência. São Paulo: The World Bank, IBEDESS, Editora Singular.

Lima, H.O. (2010) A aplicação da acreditação aos hospitais do Programa de Fortalecimento e Melhoria da Qualidade dos Hospitais do SUS/MG - PRO-HOSP. Instituto Universitário de Lisboa (Dissertação de Mestrado em Gestão de Serviços de Saúde), 85 pp.

Malachias, I., F. A. G. Leles, and M. A. S. Pinto. (2013). "Plano Diretor de Regionalização da Saúde de Minas Gerais." Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais.

Minas Gerais. Secretaria de Estado de Minas Gerais. (2011). Pro-hosp. Disponível em <http://www.saude.mg.gov.br/gripe/page/410-pro-hosp-sesmg>. Consulta em 19 de abril de 2014.

Minas Gerais. Secretaria de Estado da Saúde. Assessoria de Gestão Regional. (2008) O PDR/MG: Tipologia Assistencial: Ambulatorial e Hospitalar- Vazios Assistenciais/Resolubilidade Microrregional.

O'Kelly, M. E., & Miller, H. J. (1994). The hub network design problem: a review and synthesis. *Journal of Transport Geography*, 2(1), 31-40.

Portugal, Ministério da Saúde. Comissão Técnica de Apoio ao Processo de Requalificação das Urgências. (2007) Proposta da rede de Urgências: relatório final. Disponível em <<http://www.portaldasaude.pt/NR/rdonlyres/ED3FB0EC-45B7-4C27-AB7E-04DB36B21D5D/0/PropostaFinalComissao.pdf>>.