

## *Características sociodemográficas e localização em relação a serviços de saúde em Minas Gerais*

Pedro Amaral – Doutorando em *Land Economy* na *University of Cambridge*;  
e-mail: pvmda2@cam.ac.uk;

Júlio César dos Reis – Assistente de Pesquisas do Centro de Formação de Recursos Humanos em Transporte - CEFTRU/UnB;

Luciana Luz – Assistente de Pesquisas do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional - CEDEPLAR/UFMG.

### **Resumo:**

Esse artigo tem como objetivo avaliar a correlação entre distância até o centro de oferta de serviços de saúde mais próximo e as características socioeconômicas da população do município de origem em Minas Gerais. Em conjunto, os resultados indicam que quanto piores as condições sociodemográficas ou econômicas de um município, menores são suas chances de se localizar próximo a um centro de oferta de serviços de saúde, o que significa uma verificação da *'inverse care law'*, ou seja, a população que habita municípios em média com maior necessidade de serviços de saúde é exatamente a que se encontra mais distante destes.

**Palavras-Chave:** serviços de saúde; distância; Minas Gerais.

**Área Temática:** Demografia.

# *Características sociodemográficas e localização em relação a serviços de saúde em Minas Gerais*

Pedro Amaral

Júlio Reis

Luciana Luz

## *Introdução*

A Constituição Brasileira de 1988 criou o Sistema Único de Saúde (SUS) tendo como um de seus principais objetivos a redução das desigualdades na oferta de serviços de saúde, ao prover acesso gratuito a esses serviços nos pontos de oferta. O SUS estabelece que o acesso a serviços de saúde deva ser garantido a todos os cidadãos, com cobertura completa de suas necessidades médicas e tratamento igualitário a pessoas com necessidades iguais, i.e. equidade horizontal. Seus princípios organizacionais são a descentralização, regionalização e hierarquização dos serviços, bem como a participação comunitária. O SUS visa promover a descentralização do sistema ao nível local, tanto para gerenciamento como financiamento, visando ajustar o modelo de assistência às necessidades reais da população ao promover a resolução de problemas no mesmo nível regional em que ocorrem. O SUS baseia-se nos princípios da universalidade, integralidade e igualdade na provisão dos serviços de saúde. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS):

*"Equity in health implies that ideally everyone should have a fair opportunity to attain their full health potential and, more pragmatically, that no one should be disadvantaged from achieving this potential, if it can be avoided" (OMS, 1986).*

Entretanto, o 'potencial de saúde', ou necessidade de saúde, varia de pessoa a pessoa, região a região, tempos em tempos. Portanto, o foco de uma política de equidade em saúde não é eliminar todos os diferenciais de saúde de modo que todos tenham o mesmo nível e qualidade de saúde, mas sim reduzir ou eliminar as disparidades advindas de fatores considerados ambos evitáveis e injustos (Whitehead, 1991). Um dos fatores considerados evitáveis e injustos é a desigualdade no acesso aos serviços de saúde.

Acesso equilibrado aos serviços de saúde implica igualdade de acesso a pessoas com necessidades iguais. Portanto, acessibilidade é mais que a mera existência ou disponibilidade de recursos em um dado período no tempo (Aday & Andersen, 1974). Diversos fatores podem restringir ou impor barreiras ao acesso a serviços de saúde, como acesso a convênios ou seguro, diferenças culturais ou de linguagem, a distribuição geográfica dos serviços, conhecimento das condições de saúde e tratamentos, status socioeconômico, custos de transporte e filas de espera, dentre outros. Estes fatores podem ser classificados em dois grandes grupos: acessibilidade socio-organizacional ou geográfica (Donabedian, 1973). O foco deste trabalho é o conceito de acessibilidade geograficamente equilibrada aos serviços de saúde, a que chamaremos neste trabalho de oferta regionalmente equilibrada. Por trás deste conceito existe a idéia de 'fricção do espaço' relacionada à distribuição espacial das instalações, recursos e profissionais de saúde.

Serviços de saúde de complexidade avançada e intermediária possuem retornos crescentes de escala (Iunes, 2002; Pol & Thomas, 2001). Isso aliado ao fato de que os profissionais de saúde preferem habitar áreas urbanas e mais prósperas (Póvoa, Andrade & Moro, 2004; Kuhn & Ochsens, 2009) resulta em uma tendência à contração e aglomeração espacial desses serviços em torno de centros urbanos, e à escassez em áreas deprimidas e rurais. Uma vez que as condições de saúde são fortemente correlacionadas às características socioeconômicas (Noronha, 2001), esta concentração é perversa no sentido em que a provisão de serviços de saúde é escassa onde os mesmos são mais necessários. A essa relação é dado o nome de ‘*inverse care law*’ (Hart, 1971).

Considerando apenas o acesso geográfico, serviços de saúde acessíveis são aqueles que permitem o deslocamento dos usuários até o ponto de oferta em tempo e custos razoáveis, e com relativa facilidade (Social Exclusion Unit, 2003; Hamer, 2004).

Diversos autores já trataram da temática da oferta e acessibilidade aos serviços de saúde no Brasil e especificamente em Minas Gerais. Gasparini & Ramos (2002) utilizam da abordagem de envelopamento de dados para avaliar a distribuição de serviços de saúde entre Regiões e Estados brasileiros, construindo um indicador do déficit relativo desses serviços. Os resultados demonstram as diferenças na disponibilidade relativa de serviços entre as Regiões e os Estados, estando a região Sul em melhor situação, enquanto o Nordeste apresenta quadro mais desfavorável. Oliveira, Carvalho & Travassos (2004) realizam um mapeamento das redes estabelecidas pelos fluxos de pacientes para os serviços de saúde e identificam que as redes de atenção hospitalar básica alcançam quase todo o país; poucos municípios estão fora delas. Todavia, nas redes de alta complexidade poucas cidades prestam atendimento e cerca da metade dos municípios brasileiros está desconectada. Simões *et al.* (2005) avaliam as disparidades regionais na oferta de serviços de saúde em Minas Gerais e encontram dois regimes distintos de padrão espacial para o Norte e Sul de Minas Gerais. Rodrigues, Amaral e Simões (2007) lançam mão de técnicas de análise multivariada para analisar a rede urbana da oferta de serviços de saúde nas macrorregiões do Brasil a partir de informações municipais, concluindo que a rede urbana de serviços de saúde no Brasil é, ao mesmo tempo, não inclusiva, sobreposta, amplamente desigual na distribuição regional e concentrada nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Oliveira, Simões e Andrade (2008) analisam o acesso a serviços de maior complexidade por meio da distribuição geográfica destes e da população demandante, baseando-se nos fluxos de pacientes entre municípios em Minas Gerais. Todavia, nenhum destes trabalhos incorpora diretamente a distância de deslocamento entre os municípios de origem e destino do paciente.

Neste contexto, o objetivo desse artigo é avaliar o acesso aos serviços de saúde em Minas Gerais tomando como base a distância de viagem até os municípios que funcionam como centro de oferta. Uma vez estimado o acesso geográfico a esses serviços, é possível avaliar se existe alguma correlação entre distância até o centro de saúde mais próximo e as características socioeconômicas da população do município de origem. Devido às diferentes escalas de provisão, os serviços de saúde serão analisados de acordo com seu grau de complexidade segundo definição do SUS: intermediária ou avançada. O número de internações hospitalares segundo a categoria de complexidade foi adotado como medida de oferta de serviços de saúde.

Além desta introdução, o restante deste artigo é dividido em 5 seções. A primeira apresenta a contextualização teórica de nossa análise, baseada na Teoria do Lugar

Central. A segunda seção é dedicada à metodologia adotada no trabalho. A terceira apresenta o processo de construção e cálculo da distância de viagem até os centros ofertantes de serviços de saúde. A quarta apresenta os resultados do modelo logit multinomial, que permite avaliar a relação entre as características socioeconômicas dos municípios de Minas Gerais e sua distância a centros de oferta de serviços de saúde. Estas seções são ainda seguidas por algumas considerações finais, que compõem a quinta e última parte do trabalho.

### *Aspectos teóricos: rede urbana e centralidade<sup>1</sup>*

Considerando que a prestação de serviços de saúde é composta por serviços básicos, que são de utilização freqüente e envolvem menores custos, e de serviços complexos que, por envolverem maior tecnologia e menor densidade espacial de demanda, estão sujeitos a economias de escala, a distribuição da oferta apresenta-se espacialmente diferenciada. Neste sentido, ressaltam Vlahov & Gálea (2002, p.35),

*“(...) social service systems in cities often provide a far wider range of services than are available in smaller cities or in nonurban areas. Although use of these services may be limited by sparse staffing and by difficult, complicated access, their availability in cities suggests that resources may already exist in many urban contexts that can contribute to well-being”.*

A partir da existência desta diferenciação e complexidade na oferta de serviços, cabe procurarmos elementos teóricos que instruem sua interpretação. Neste sentido a Teoria do Lugar Central (TLC), e seus desdobramentos contemporâneos, nos parece um valioso referencial teórico para a análise da distribuição espacial dos serviços de saúde. Apesar de o modelo original assumir uma série de simplificações e hipóteses restritivas (densidade populacional uniforme, iso-tarifas de transporte, iso-preferências dos consumidores, iso-distribuição de renda, etc), a utilização de seus conceitos-chave de limite crítico e alcance, pode nos auxiliar no entendimento geral de redes urbanas na oferta de serviços.

A Teoria do Lugar Central, desenvolvida por Christaller (1966), baseia-se no princípio da centralidade, sendo o espaço organizado em torno de um núcleo urbano principal, denominado lugar central. A região complementar, ou entorno, possui uma relação de co-dependência com o núcleo principal, por este ser o *locus* ofertante de bens e serviços por natureza urbanos. A função primordial de um núcleo urbano é atuar como centro de serviços para seu *hinterland* imediato, fornecendo bens e serviços centrais. Estes, por sua vez, caracterizam-se por serem de ordens diferenciadas, gerando uma hierarquia de centros urbanos análoga aos bens e serviços que ofertam. Dois são os conceitos-chave para o entendimento da TLC: i) limite crítico, definido em termos do nível mínimo de demanda necessário para estimular a oferta do bem ou serviço, refletindo as economias de escala na prestação do serviço e as economias urbanas de aglomeração; e ii) alcance,

---

<sup>1</sup> Extraído de Simões, Rodrigues & Amaral (2008).

caracterizado como a distância máxima que se está disposto a percorrer para o usufruto do bem ou serviço, variando de acordo com a complexidade do mesmo.

Assim, o limite crítico pode ser representado como o menor círculo concêntrico que justifique a oferta do bem ou serviço e o alcance como o maior círculo concêntrico que forma a região complementar do lugar central e define sua área de influência. Esta encontra seu limite na existência de outra área de influência de um centro de igual ou superior hierarquia. Tal círculo exterior varia de tamanho de acordo com os diferentes bens e serviços ofertados e a demanda no seu interior varia na razão inversa da distância do núcleo urbano.

O que o modelo procura demonstrar é que o tamanho das áreas de influência de cada lugar central varia na razão direta do tamanho e hierarquia dos centros, sendo a periferia de centros pequenos incluída nas regiões complementares dos centros superiores. Quanto maior a centralidade de um lugar central, maior o seu entorno, ou seja, quanto maior a complexidade do serviço oferecido maior a área atendida por esse centro. Segundo Regales (1992), as áreas de influência de centros de diferentes tamanhos se sobrepõem, segundo a complexidade (hierarquia) dos serviços que ofertam, construindo redes urbanas de oferta de serviços complementares e interdependentes. Ullman (1970) ressalta que a distribuição dos lugares centrais e suas áreas de abrangência não é estática, sendo que o investimento e desenvolvimento econômico e social alteram a distribuição na oferta de serviços. Richardson (1969) destaca que a TLC possui limites quanto a sua aplicabilidade face ao não atendimento de todas as áreas pela oferta, pois a suposição de distribuição uniforme do poder aquisitivo é extremamente restritiva. Apesar do reconhecimento das limitações da TLC (Berry et al., 1988; Eswaran & Ware, 1986; Parr, 1978, 1995, 1997; Gusein-Zade, 1993; Harwitz & Lentnek, 1973; Thill, 1992; Keane, 1989; South & Boots, 1999), concordamos com Richardson (1969) quando este afirma que “(...) nenhuma outra teoria acentua tanto a interdependência entre uma cidade e a região em que está situada.”

Complementarmente, Berry et al. (1988) argumentam que os serviços muitas vezes são utilizados com pouca frequência, o que resultaria em uma situação não ótima. Tal argumento pode ser considerado a partir da constatação de que a oferta de serviços de saúde não possui a mesma frequência com que é utilizada. Vale dizer, serviços de emergência não possuem a mesma distribuição de frequência espacial do serviço ambulatorial. Mais que isto, existem atendimentos periódicos, seguindo padrões epidemiológicos identificados, mas também demandas não previsíveis e esporádicas, i.e., sem alcançar o limite crítico que justificaria a oferta do serviço em tal complexidade. Visto desta forma, uma rede capilar de distribuição destas demandas faz-se extremamente necessária, visando a otimização do sistema de atendimento (Berry et al., 1988).

Este argumento seria válido para regiões nas quais a distribuição de oferta de determinado serviço é eficiente, isto é, onde os serviços ofertados são capazes de atender a demanda da região. No caso de serviços de caráter públicos, como os de saúde, as complementaridades e interdependências na oferta de serviços complexos, previstas pelo modelo original e suas extensões, dão conta de explicar certas dinâmicas específicas, precipuamente no caso de países centrais. No caso de países periféricos - como o Brasil - com uma distribuição de renda altamente concentrada, um desequilíbrio regional que se reflete tanto nos níveis de infra-estrutura física como econômica e

social, e um Estado com padrão social de gastos errático e deliberado despreço pelo planejamento em todos os seus níveis, as noções de complementaridade e interdependência na oferta de serviços são potencializadas a ponto da descaracterização. Vale dizer, o que encontramos são porosidades e justaposições na rede urbana - quando não redundâncias e ausências - que se manifestam de diversas formas, uma delas no sistema de atenção e vigilância à saúde.

## *Metodologia*

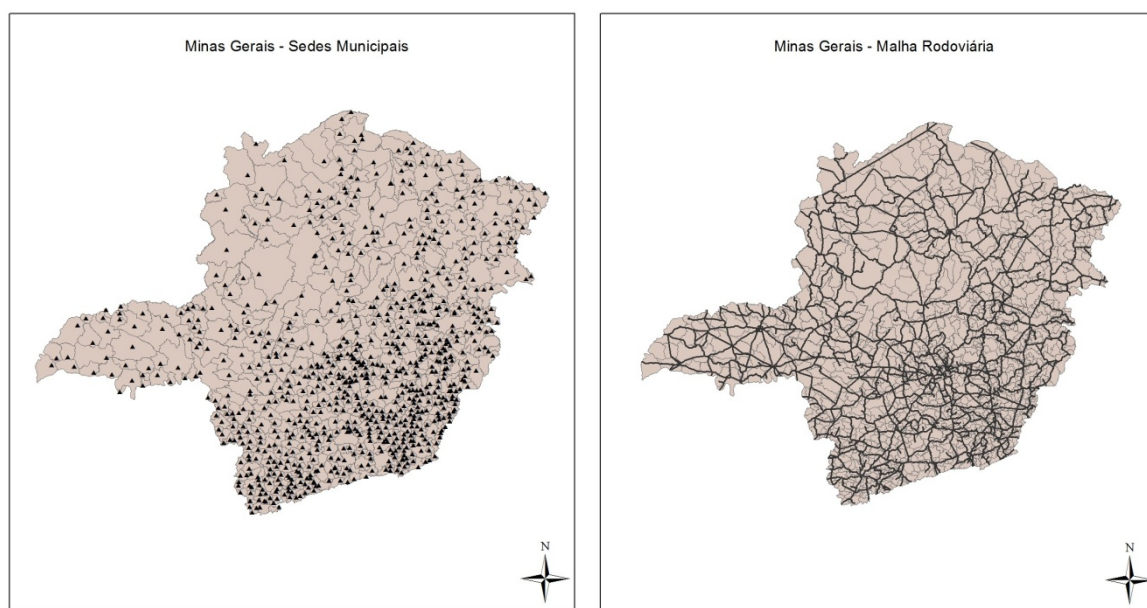
### A construção das distâncias

Para a construção das distâncias foi utilizado o software Arc-GIS 9.3 e o processo teve como pano de fundo a metodologia de análises de rede. Ainda, como informações básicas foram utilizados dados sobre a malha rodoviária de Minas Gerais, composta de rodovias federais quanto estaduais, pavimentadas e em leito natural e dados georreferenciados para identificar as sedes municipais. Essas informações podem ser vistas na Figura 1.

A análise de rede consiste em construir e determinar um espaço no qual os elementos que compõem a rede se relacionam. Para esse trabalho, a construção da rede de ligações terá como pano de fundo a malha rodoviária estadual mineira, que determinará o meio e o modo de relacionamento entre os nós da rede que são os municípios de Minas Gerais.

Inicialmente, para a construção da rede, é necessário se fazer uma análise topográfica dos dados que compõem a malha rodoviária para a verificação de possíveis inconsistências como trechos desconectos, ou, no nosso caso, para verificar se algum município não apresenta ligação com os demais.

**Figura 1 – Sedes municipais e malha rodoviária de Minas Gerais**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEFTRU/UnB.

Para a análise topográfica é construída uma base de dados com as informações da malha rodoviária e das sedes municipais. Posteriormente é definido o tipo de erro que se deseja investigar e caso algum erro seja identificado, o processo de correção.

**Figura 2 – Exemplo de trechos desconexos – Materlândia**



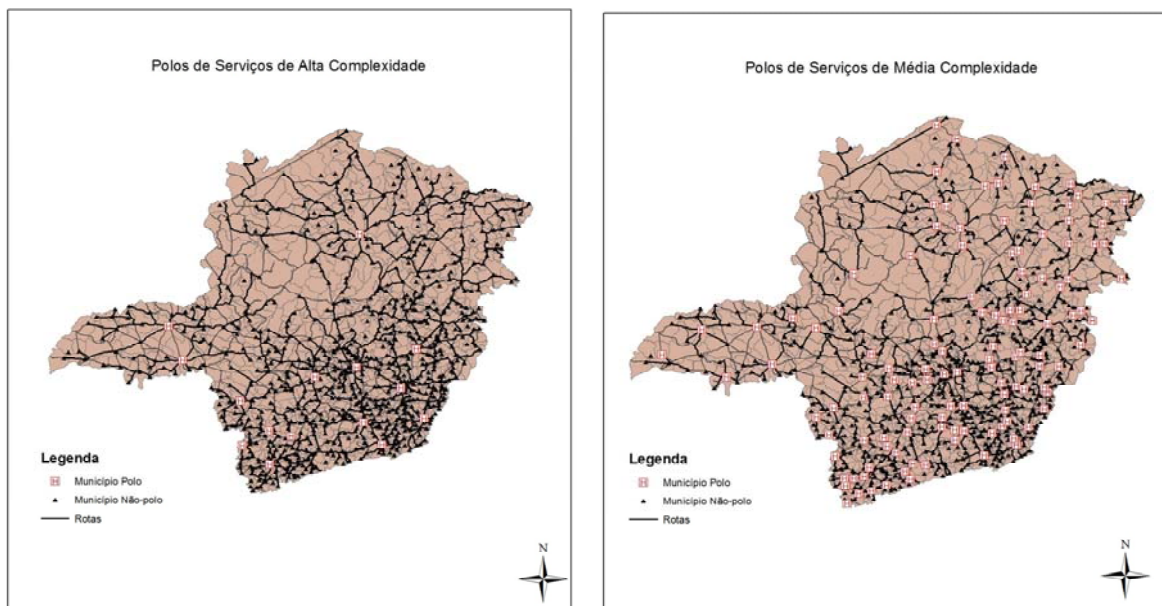
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEFTRU/UnB.

Os resultados mostraram que a malha rodoviária apresentou poucos erros que impediam a ligação dos municípios de Desterro do Melo, Materlândia, Sapucaí – Mirim e Santa Rita de Caldas com os demais, impossibilitando, com isso, que a definição das distâncias e a construção dos polígonos. Como exemplo, a Figura 2 mostra o caso do município de Materlândia. Os pontos em vermelho representam os erros.

Após a identificação e a correção dos erros, a nova malha rodoviária foi utilizada para a construção da rede que deu suporte à determinação tanto das distâncias entre as sedes dos municípios quanto para a construção dos polígonos que ilustram as áreas de abrangência dos serviços de saúde oferecidos pelos municípios pólos.

Tendo construído a rede de informações, processou-se a determinação dos municípios ofertantes dos serviços de média e alta complexidade e as distâncias entre esses e os municípios ao seu redor. A determinação dessas distâncias foi feita tendo como diretriz que cada município considerado não-pólo deve se conectar com o município pólo mais próximo. Os resultados para as duas situações podem ser visualizados na Figura 3, que também mostra as ligações entre os municípios.

**Figura 3 – Centros de oferta de serviços de saúde de média e alta complexidade**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEFTRU/UnB.

Essas figuras ilustram a situação complicada com relação à oferta de serviços de saúde de alta complexidade no estado de Minas, assim como a situação de quase ausência de serviços de média complexidade na parte noroeste do estado.

Com relação aos serviços de alta complexidade, nota-se uma grande concentração desses na porção centro-sul do estado e ainda em Uberlândia e Uberaba, no triângulo. Por outro lado, a porção norte é contemplada apenas por Montes Claros. Assim, para todos os municípios que se encontram nas regiões norte, existe apenas um pólo de serviços de alta complexidade e esse pode estar, para alguns, a mais de 500km de distância como são os casos dos municípios de Salto da Divisa, que se encontra a cerca de 555km de Montes Claros e de Formoso que está localizado a cerca de 543km desse.

Já com relação aos serviços de média complexidade, o padrão de distribuição dos pólos se mantém, mas, observa-se que nesse caso somente a região noroeste do estado continua apresentando uma baixa quantidade de municípios ofertantes de serviços de saúde. Novamente, tem-se uma grande concentração na região centro-sul do estado e ainda, além de uma grande quantidade de municípios ofertantes nessa região, tem-se que a distribuição espacial dos mesmos faz com que a distância percorrida entre os municípios não-pólo e municípios pólo seja a menor entre todas as regiões do estado.

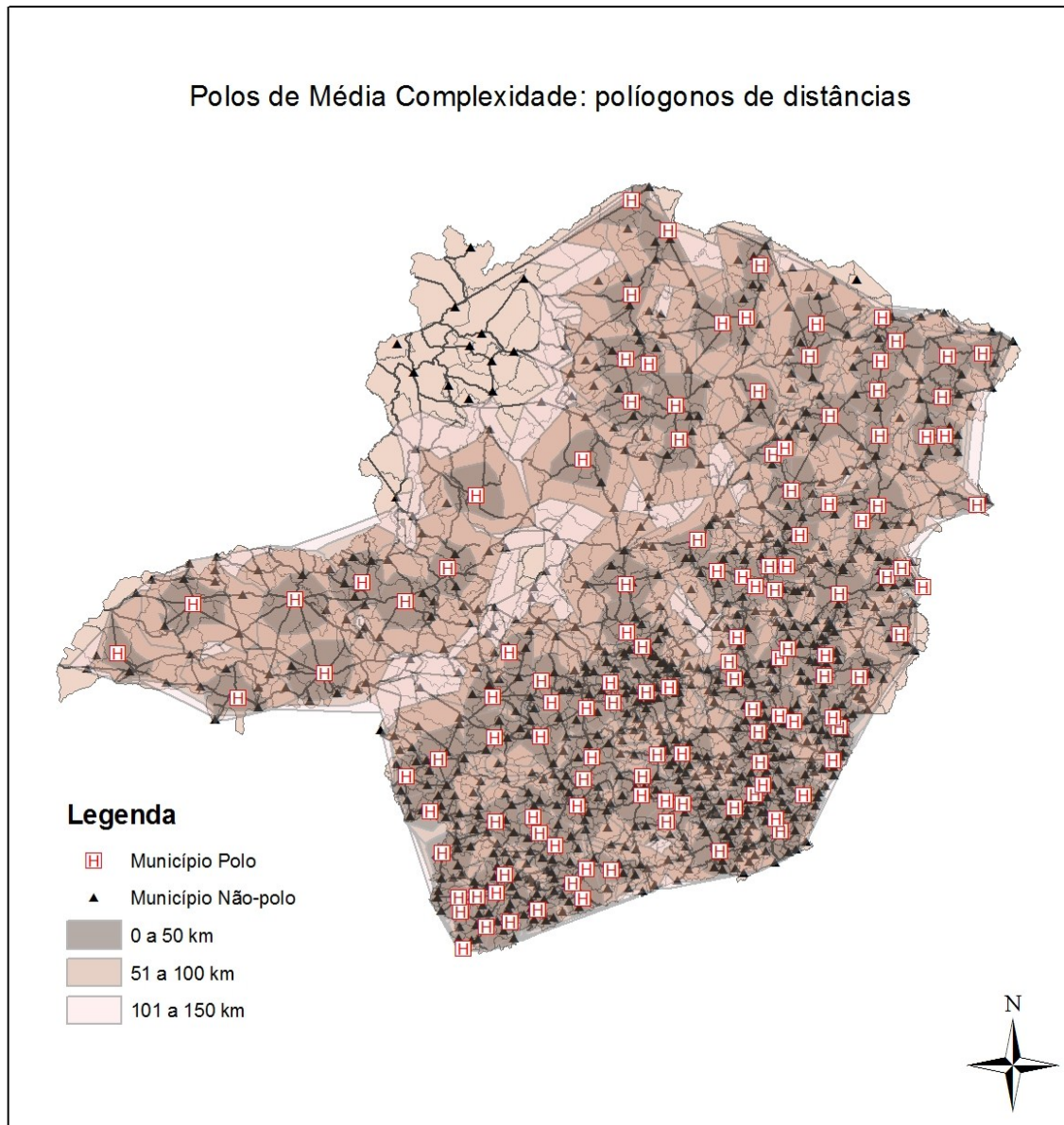
Após a determinação das distâncias entre os municípios pólo e não-pólo para a oferta de serviços de saúde de alta e média complexidade processou-se a determinação das áreas de abrangência desses serviços. Para esse caso, e tendo em conta as especificidades dos serviços ofertados, a construção das áreas apresentou um padrão para cada situação. Considerando os serviços de alta complexidade, as áreas foram estabelecidas para os intervalos de 100, 200 e 300 km de distância em relação ao pólo ofertante do serviço. Já para os serviços de média complexidade, os intervalos foram 50, 100 e 150 km. Os resultados podem ser vistos nas Figuras 4 e 5.



Como se pode observar, as partes nordeste e noroeste do estado não possuem nenhum pólo oferta de serviços de alta complexidade e o pólo mais próximo dessas regiões, Montes Claros, fica a mais de 300km de distância. Isso evidencia a carência de serviços de saúde de alta complexidade na porção norte do estado e indica a orientação para políticas de saúde que visam ampliar o acesso dos usuários.

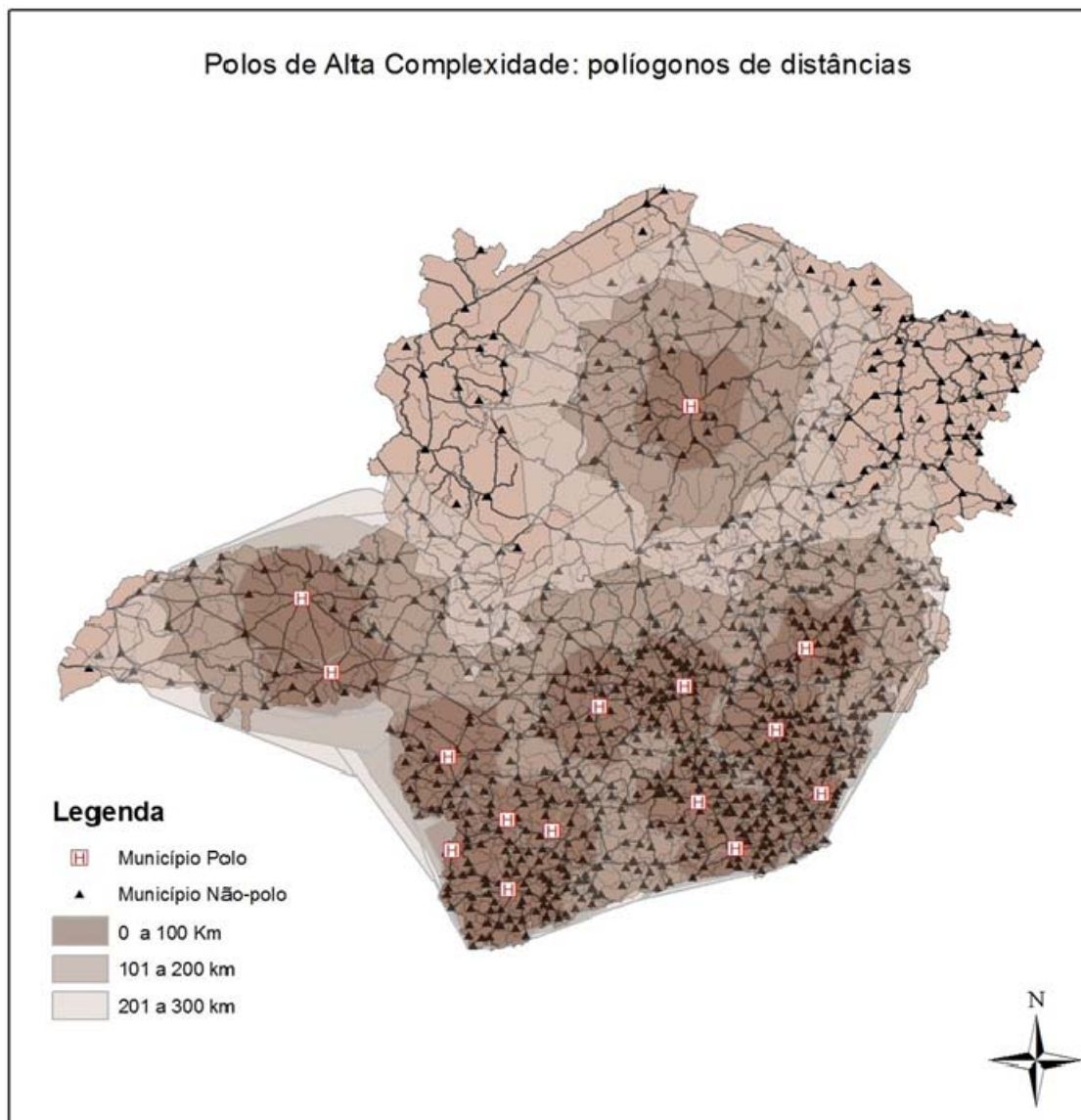
Já com relação aos serviços de média complexidade, somente os municípios da parte noroeste do estado como Formoso, Uruana de Minas, Buritis, Urucuia, Arinos e Riachinho não se localizaram dentro de nenhuma área de abrangência de pólos ofertantes de serviços de média complexidade.

**Figura 4 – Polígonos de distâncias a centros de oferta de serviços de saúde de média complexidade**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEFTRU/UnB.

**Figura 5 – Polígonos de distâncias a centros de oferta de serviços de saúde de alta complexidade**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEFTRU/UnB.

## Logit Ordenado

Visando identificar a relação entre diferentes níveis de distâncias aos centros de oferta de serviços de saúde e as características sociodemográficas e econômicas do município de origem do paciente, foi utilizado nesse trabalho o modelo logit ordenado.

A escolha do método de estimação se justifica pela natureza da variável a ser explicada: os níveis de distância aos centros de oferta. Os níveis de distância são variáveis discretas definidas de acordo com a complexidade do serviço de saúde em questão, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 – Níveis de distância até os centros de oferta de serviços de saúde**

Nível	Distância (D)	
	Alta complexidade	Média complexidade
0	-	-
1	< 100 Km	< 50 Km
2	100 ≤ D < 200 Km	50 ≥ D < 100 Km
3	≥ 200 Km	≥ 100 Km

Nota: O nível zero é composto pelos centros de oferta de serviços de saúde.  
Fonte: Elaboração própria.

O nível 0 apresentado no Quadro 1 refere-se aos centros de oferta de serviços de saúde, para os quais assumiu-se distância interna nula. Uma vez que se tem uma variável de interesse discreta e ordinal, de modo que  $y_0 < y_1 < \dots < y_n$ , o modelo de logit ordenado é o mais adequado para a estimação. Em um modelo de regressão com variável discreta, a própria definição dos valores atribuídos a cada categoria pode influenciar os resultados da estimação. Todavia, o modelo logit ordenado leva em consideração os efeitos de piso e teto dos dados, evitando que a subjetividade da codificação interfira nas estimações (Hanushek & Jackson, 1977). O modelo considera a variável discreta de referência  $y$  como uma categorização de uma variável aleatória contínua latente não observada  $y^*$ . Deste modo, tem-se que:

$$y_i = j \text{ se } \alpha_{j-1} \leq y_i^* \leq \alpha_j \quad (3)$$
$$j = 1, 2, \dots, J$$

em que  $\alpha$  são limites desconhecidos dos intervalos de  $y^*$  e  $J$  é o número de categorias de análise, 4 em nosso caso, conforme exposto no Quadro 1.

Desta forma,  $y^*$  pode ser entendido como a variável dependente em uma regressão linear, tal como:

$$y^* = X\beta + \varepsilon \quad (4)$$

em que  $\beta$  é um vetor de parâmetros,  $X$  é uma matriz de variáveis explicativas e  $\varepsilon$  é um vetor de resíduos.

Uma vez que  $y^*$  não é observável, pode-se definir razões de probabilidade para as categorias de  $y$ :

$$\frac{P(y \leq j|X)}{P(y > j|X)} = \exp(\alpha_j - X\beta_j)$$

$$\text{Ln} \left( \frac{P(y \leq j|X)}{P(y > j|X)} \right) = \alpha_j - X\beta_j$$

Todavia, os coeficientes estimados pelo modelo não possuem interpretação direta, sendo por vezes analisados apenas na direção de sua relação com a variável dependente, se positiva ou negativa. Visando estimar o impacto da variação em uma unidade de uma variável explicativa sobre probabilidade de escolha da alternativa  $j$ , foram calculados os efeitos marginais, que podem ser interpretados como semi-elasticidades:

$$\frac{\partial P(y = j|X)}{\partial X} = P(y = j|X) \left[ \beta_j - \sum_{i \neq j}^J \beta_i (P(y = i|X)) \right] = P(y = j|X) [\beta_j - \beta_i]$$

### Análise de componentes principais

As variáveis escolhidas para representar as características sociodemográficas e econômicas dos municípios mineiros são apresentadas no Quadro 2.

**Quadro 2 – Características sociodemográficas e econômicas**

Variável	Fonte
Mortalidade infantil	Censo Demográfico 2000
Renda média	Censo Demográfico 2000
Razão de dependência	Censo Demográfico 2000
Média de anos de estudo da população com 25 anos ou mais	Censo Demográfico 2000
Valor Adicionado Fiscal (VAF) total	FJP, 2003
Valor arrecadado de ICMS	FJP, 2004

Fonte: Elaboração própria

Entre as variáveis sociodemográficas estão a taxa de mortalidade infantil, a razão de dependência e a média de anos de estudo da população com 25 anos ou mais. Estas variáveis caracterizam os municípios considerados na análise quanto ao nível de desenvolvimento social. Sendo assim, ao incluir tais características na modelagem da distância dos serviços de saúde, busca-se relacionar as desigualdades sociais existentes dentro do estado de Minas Gerais às disparidades no acesso à saúde.

A taxa de mortalidade infantil corresponde ao número de óbitos de crianças com menos de um ano por mil nascidos vivos. Sabe-se que esta variável guarda forte correlação com o nível de desenvolvimento socioeconômico da localidade, refletindo baixos níveis de saúde, escolaridade materna e condições de vida. A média de anos de estudo da população com 25 anos e mais caracteriza o nível de escolaridade da população do

município. Tradicionalmente, esta variável é utilizada como indicador para o nível de desenvolvimento socioeconômico.

A razão de dependência contribui para caracterizar o perfil etário da população no município. A variável pode ser descrita como a razão entre o segmento da população economicamente dependente (população com 60 anos e mais, ou 15 anos e menos), e o segmento potencialmente produtivo (população entre 15 e 59 anos). Neste trabalho, e considerado segmento dependente a população com 65 anos e mais, e não 60, como é feito usualmente. A razão de dependência permite identificar a pressão sobre a população em idade produtiva exercida pela parcela potencialmente inativa da sociedade. Além de medir o grau de dependência econômica, e sinalizar sobre os conseqüentes encargos assistenciais na sociedade, a razão de dependência informa sobre o processo de envelhecimento ou rejuvenescimento da população. No caso dos municípios de Minas Gerais, este indicador torna-se especialmente importante devido ao papel da migração na mudança do perfil etário da população. Neste sentido, espera-se que municípios mais distantes de serviços complexos, e de atividade econômica pouco dinâmica, tendam a expulsar a população mais jovem, induzindo um aumento na razão de dependência.

Além das variáveis demográficas, foram utilizados indicadores que permitem caracterizar o nível de atividade econômica nos municípios. São elas: renda média, Valor Adicionado Fiscal (VAF) total e valor arrecadado de ICMS.

A correlação entre as variáveis explicativas em um modelo de regressão implica quebra da hipótese de independência e resulta em viés nos parâmetros estimados. Uma vez que as variáveis selecionadas para representar as características socioeconômicas dos municípios mineiros possuem forte correlação, utilizamos a Análise de componentes principais (ACP), que parte de uma combinação linear das variáveis selecionadas para gerar componentes ortogonais sem com isso alterar a variância total do sistema. Segundo Lemos *et al.* (2001), a vantagem do uso desta técnica está no fato de que ela prescinde de um modelo apriorístico. Assim, não é necessária a definição prévia de um tipo de distribuição, como a normal, ou relações de causalidade.

O método encontra combinações lineares de  $p$  variáveis  $X_1, X_2, \dots, X_p$ , produzindo componentes  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$  ortogonais não correlacionados (Manly, 1986). Cada componente explica determinado percentual da variância do sistema, em ordem decrescente, ou seja, o primeiro componente explica um percentual maior que o segundo, que por sua vez explica um percentual maior que o terceiro, e segue-se assim até o componente  $Z_p$ , de modo que o somatório dos percentuais de variância explicados por todos os componentes seja igual 100%.

Uma vez que são  $p$  variáveis, o método pode chegar até a  $p$  componentes. No entanto, quando há correlação entre tais variáveis, o número de componentes necessários à explicação da totalidade ou maior parte da variância pode ser menor que  $p$ . Isto é, quanto maior a correlação entre as variáveis – de forma positiva ou negativa – maior tende a ser a variância representada pelos primeiros componentes.

Para encontrar tanto as variâncias associadas a cada componente, bem como os coeficientes das combinações lineares, o método dos componentes principais utiliza a matriz de covariância ou correlação das variáveis. Neste trabalho, devido às diferentes escalas das variáveis, a matriz de correlação foi escolhida. Os autovalores desta matriz

são as variâncias dos componentes calculados, e o valor dos componentes é dado por seus autovetores associados. A matriz de correlação (C) é simétrica e possui a seguinte forma:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1p} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{p1} & c_{p2} & \cdots & c_{pp} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Como o somatório dos autovalores corresponde ao traço da matriz, tem-se:

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p = c_{11} + c_{22} + \dots + c_{pp} \quad (2)$$

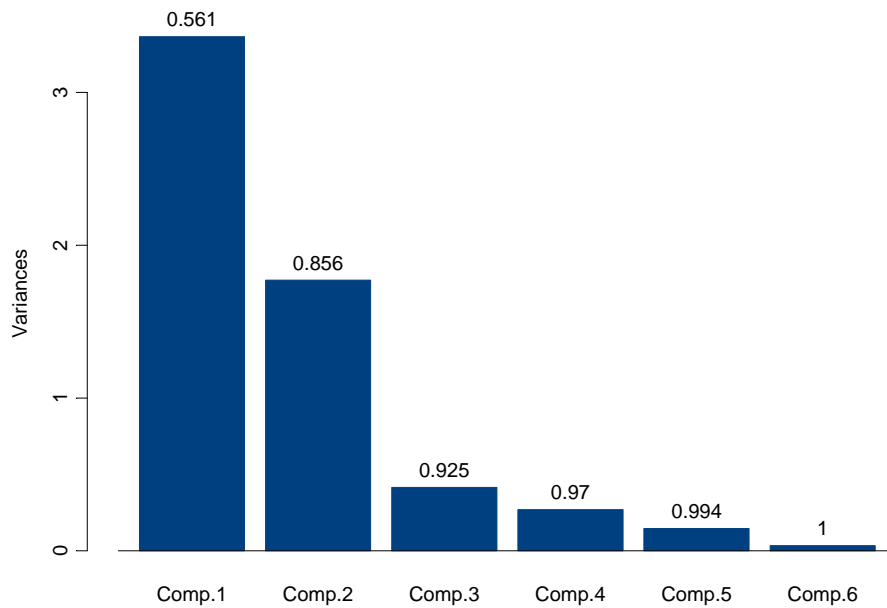
em que  $\lambda_i$  são os autovalores, ou variância, de cada um dos  $i$  componentes.

Uma vez que  $c_{ii}$  é a variância de  $X_i$ , e  $\lambda_i$  a dos  $Z_i$ , tem-se que a soma das variâncias de todas as variáveis originais é igual à de todos os componentes, o que garante que os componentes respondem por toda a variância do sistema original.

### *Resultados*

Os Gráficos 1 e 2 apresentam os resultados da Análise de Componentes Principais. Como se pode perceber no Gráfico 1, apenas os dois primeiros componentes representam 85,6% da variância de todo o sistema de 6 variáveis, dada a correlação entre as mesmas. Deste modo, é possível descartar os demais componentes a um desprezível custo de perda de informação para nossa análise. O gráfico mostra ainda que, em conjunto, os 6 componentes representam 100% da variância original, resultado esperado conforme a definição do método na seção anterior.

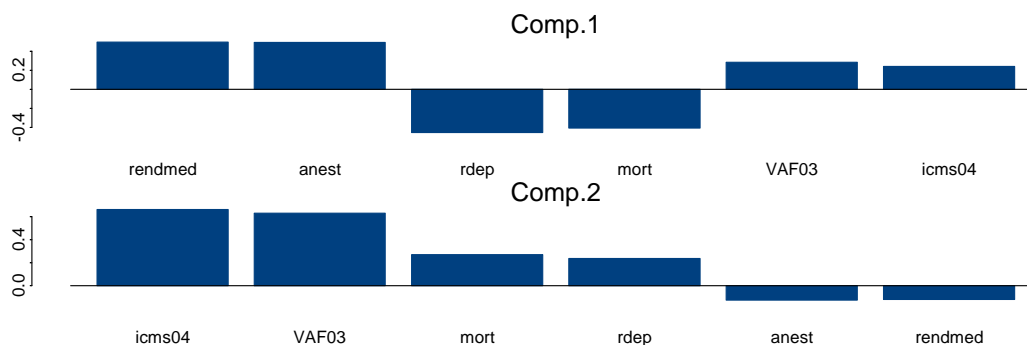
**Gráfico 1 – Variância representada pelos Componentes Principais**



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 2 apresenta a composição dos dois primeiros componentes. Conforme descrito anteriormente, a Análise de Componentes Principais baseia-se em uma combinação linear das variáveis originais. O peso ou carga das variáveis nos componentes é o que permite extrair o significado de cada um. Pelo resultado apresentado tanto em forma de gráfico (Gráfico 2) quanto tabular (Tabela 1), é possível concluir que o primeiro componente, que representa 56,1% da variância total, é definido principalmente pelas variáveis que representam as médias dos atributos sociodemográficos da população dos municípios mineiros: renda média, média de anos de estudo da população de 25 anos ou mais, razão de dependência e taxa de mortalidade infantil. Uma vez que as variáveis renda média e anos de estudo foram definidas com carga positivas no componente, em oposição a razão de dependência e taxa de mortalidade infantil, pode-se interpretar o primeiro componente como um índice de desenvolvimento sociodemográfico, ou simplesmente Componente Sociodemográfico.

**Gráfico 2 – Composição dos Componentes Principais**



Fonte: Elaboração própria.



Já o segundo componente é primordialmente definido pelas variáveis com menor peso no primeiro: Valor Adicionado Fiscal (VAF) total e valor total de arrecadação de ICMS no município. Dada a carga positiva dessas variáveis na definição do componente, indicando que quanto maior seus valores, maior é o valor do componente, pode-se interpretar o componente 2 como sendo um índice de nível de atividade econômica no município, ou simplesmente Componente Econômico.

**Tabela 1 – Composição dos Componentes Principais**

Variável	Comp.1	Comp.2
Taxa de mortalidade infantil	-0.407	0.271
Renda média	0.496	-0.119
Razão de dependência	-0.455	0.238
Média de anos de estudo	0.493	-0.125
VAF	0.285	0.633
Arrecadação de ICMS	0.240	0.663

Fonte: Elaboração própria.

Cabe ressaltar que todas as variáveis ajudam a determinar ambos os componentes. Todavia, dado o peso relativo da carga de cada uma nos componentes, a relação do componente com as variáveis de carga menor é ofuscada por sua relação com as demais, tornando-se desprezível.

De posse dos valores dos componentes sociodemográfico e econômico gerados para cada um dos municípios de Minas Gerais, é possível estimar como esses atributos afetam a probabilidade do município se encontrar nos diferentes níveis de distância.

**Tabela 2 – Logit Ordenado – Serviços de saúde de média complexidade**

Grupo base = Centros de oferta	Coef.	Efeito Marginal		
		D<50	50≤D<100	D≥100
Comp. Sociodemográfico	-0.6965 (0.2565)	0.0435 (0.0105)	-0.1063 (0.0353)	-0.0248 (0.0075)
Comp. Econômico	-1.4831 (0.6994)	0.0927 (0.0287)	-0.2264 (0.0984)	-0.0529 (0.0211)
/cut1	-1.7535 (0.1135)			
/cut2	1.0898 (0.1299)			
/cut3	3.2582 (0.2000)			
Prob(y)		0.6007	0.2146	0.0370
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0422			
N. de observações	853			
Wald chi <sup>2</sup> (2)	18.5			

Nota: Desvio-padrão entre parênteses.

Fonte: Elaboração própria.

Como mostram os coeficientes apresentados na Tabela 2, existe uma relação negativa e estatisticamente significativa entre os valores dos componentes sociodemográfico e econômico e a probabilidade do município se encontrar próximo a um centro de oferta de serviços de saúde de média complexidade. Uma vez que a categoria de referência de distância é zero, ou seja, é o próprio centro de oferta, quanto menores os valores dos componentes sociodemográfico e econômico, maior a probabilidade de se estar próximo ao centro. Em relação aos efeitos marginais, todos estatisticamente significativos a 5%, o que se percebe é que existe uma relação positiva entre as características sociodemográficas e econômicas dos municípios e a probabilidade dele se encontrar a até 50km de distância do centro de referência. Uma elevação unitária nos componentes, ambos por definição com média zero e desvio-padrão unitário, implica aumento de 4p.p e 9p.p na probabilidade de se localizar a até 50km de distância, respectivamente para os componentes sociodemográfico e econômico. Já a probabilidade de se localizar entre 50km e 100km é negativamente correlacionada com ambos os componentes. O aumento de 1 desvio-padrão no valor dos componentes está relacionado a uma redução de 11p.p e 23p.p na probabilidade de se localizar entre 50km e 100km, respectivamente para os componentes sociodemográfico e econômico. Já para os poucos municípios que se encontram a mais de 100km de distância de um centro de oferta de serviços de saúde de complexidade média, cuja probabilidade estimada de se pertencer a este grupo é de apenas 3,7%, a correlação é ainda negativa, mas de menor intensidade. Vale lembrar que nossa análise se restringiu a Minas Gerais e, conforme mostra a Figura 4, esses municípios se encontram nos limites do estado, o que implica na possibilidade de haver um centro de saúde mais próximo em outro estado brasileiro.

**Tabela 3 – Logit Ordenado – Serviços de saúde de alta complexidade**

Grupo base = Centros de oferta	Coef.	Efeito Marginal		
		D<100	100≤D<200	D≥200
Comp. Sociodemográfico	-0.7010 (0.0549)	0.1691 (0.0134)	-0.0844 (0.0110)	-0.0908 (0.0073)
Comp. Econômico	0.0365 (0.0882)	-0.0088 (0.0213)	0.0044 (0.0106)	0.0047 (0.0115)
/cut1	-4.7334 (0.2378)			
/cut2	-0.0413 (0.0808)			
/cut3	1.7121 (0.1016)			
Prob(y)		0.4810	0.3574	0.1529
Pseudo R <sup>2</sup>	0.1469			
N. de observações	853			
Wald chi <sup>2</sup> (2)	203.7			

Nota: Desvio-padrão entre parênteses.

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 3 apresenta os resultados para os serviços de alta complexidade. O coeficiente que mede a relação geral entre o componente sociodemográfico e a probabilidade de se localizar em níveis próximos de distância apresentou sinal negativo, do mesmo modo que o modelo para serviços de média complexidade. Já o componente econômico não foi estatisticamente significativo, nem mesmo na estimação dos efeitos marginais, o que indica que o nível de atividade econômica de um município não afeta a sua probabilidade de se encontrar em diferentes níveis de distância a centros de oferta de serviços de saúde avançados em Minas Gerais. Entretanto, os resultados marginais para o componente sociodemográfico evidenciam uma relação negativa entre níveis de distância e indicadores sociodemográficos. A elevação de um desvio padrão no componente sociodemográfico implica aumento de 17p.p. na probabilidade de um município se localizar a até 100km de distância de um centro de saúde. Por sua vez, a mesma elevação no índice sociodemográfico resulta em redução de 8p.p. e 9 p.p. na probabilidade de se localizar entre 100km e 200km e mais de 200km, respectivamente.

### *Considerações Finais*

Esse artigo teve como objetivo avaliar a correlação entre distância até o centro de oferta de serviços de saúde mais próximo e as características socioeconômicas da população do município de origem. Devido às diferentes escalas de provisão, os serviços de saúde foram analisados de acordo com seu grau de complexidade segundo definição do SUS: intermediária ou avançada. O número de internações hospitalares segundo a categoria de complexidade foi adotado como medida de oferta de serviços de saúde.

Em conjunto, os resultados indicam que quanto piores as condições sociodemográficas de um município, menores são suas chances de se localizar próximo a um centro de oferta de serviços de saúde, o que significa uma verificação da *'inverse care law'*, ou seja, a população que habita municípios em média com maior necessidade de serviços de saúde é exatamente a que se encontra mais distante destes.

## *Referências*

- ADAY, L., ANDERSEN, R. (1974) A Framework for the Study of Access to Medical Care. **Health Services Research** 9(3): 208-20.
- BERRY, B.J.L.; PARR, J.B. **Market centers and retail location: theory and applications**. NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988.
- CHRISTÄLLER, W. **Central places in Southern Germany**. NJ: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1966.
- DONABEDIAN, A. **Aspects of Medical Care Administration**. Cambridge: Harvard University Press, 1973
- ESWARAN, M.; WARE, R. On the shape of market areas in Löschian spatial models. **Journal of Regional Science**, n.26, p. 307-19, 1986.
- GASPARINI, C., RAMOS, F. Desigualdade Relativa de Serviços de Saúde entre Regiões e Estados Brasileiros. VII Encontro Regional de Economia / Fórum Banco do Nordeste de Desenvolvimento, **Anais...**, Fortaleza, 2002.
- GUSEIN-ZADE, S.M. Alternative explanations of the dependence of the density of centers on the density of population. **Journal of Regional Science**, n.33, p. 547-58, 1993.
- HAMER, L. (2004) **Improving patient access to health services: a national review and case studies of current approaches**. Health Development Agency: London.
- HART, J. (1971) The inverse care law. **Lancet**, i, 405-412.
- HARWITZ, M.; LENTNEK, B. A contextual theory of central places on a linear market. **Journal of Regional Science**, n.13, p.213-22, 1973.
- IUNES, R.F. A concepção econômica de custos. In: PIOLA S. F.; VIANNA, S. M. (Org.). **Economia da saúde: conceito e contribuição para a gestão da saúde**. 3. ed. Brasília: IPEA, p. 227-247. 298 p, 2002.
- KEANE, M.J. Function and competition among urban centers. **Journal of Regional Science**, n.29, p.265-76, 1989.
- KUHN & OCHSEN, Demographic and Geographic Determinants of Regional Physician Supply. III World Conference of the Spatial Econometrics Association, **Proceedings...**, Barcelona, 2009.
- LEMOES, M. B., MORO, S., BIAZI, E., CROCCO, M. A. A dinâmica urbana das regiões metropolitanas brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 29, 2001, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2001. (Disponível em CD-ROM)
- MANLY, B. F. J. **Multivariate statistical methods: a primer**. London: Chapman and Hall, 1986. 159p.

NORONHA, Kenya V. M. S. **Dois Ensaios sobre a desigualdade social em saúde**. 2001. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Economia). CEDEPLAR, UFMG, Belo Horizonte, 2001, 105 pgs.

OLIVEIRA, A., SIMÕES, R., ANDRADE, M. Regionalização dos serviços de média e alta complexidade hospitalar e ambulatorial em Minas Gerais: estrutura corrente versus estrutura planejada. XIII Seminário sobre a Economia Mineira, **Anais...**, Diamantina: Cedeplar/UFMG, 2008.

OLIVEIRA, E., CARVALHO, M., TRAVASSOS, C. Territórios do Sistema Único de Saúde: mapeamento das redes de atenção hospitalar. **Cadernos de Saúde Pública** 20(2):386-402, 2004.

OMS (1986) **Social Justice and Equity in Health**: Report on a WHO Meeting. (Leeds, United Kingdom, 1985) (ICP/HSR/804/m02), WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.

PARR, J.B. Alternative approaches to market-area structure in urban systems. **Urban Studies**, n.32, p.1317-29, 1995.

PARR, J.B. Models of the central place system: a more general approach. **Urban Studies**, n.15, p.35-49, 1978.

PARR, J.B. The law of market areas and the size distribution of urban centers. **Papers in Regional Science**, n.76, p. 43-68, 1997.

POL, L.G.; THOMAS, R.K. **The demography of health and health care**. New York: Plenum, c1993. 381p, 1992.

PÓVOA L, ANDRADE M, MORO S. Distribuição dos empregos médicos em Minas Gerais: uma análise à luz da economia espacial. XI Seminário sobre a Economia Mineira, **Anais...**, Diamantina: Cedeplar/UFMG, 2004.

REGALES, M.F. **Sistemas urbanos**: los países industrializados del Hemisferio Norte y Iberoamérica. Madrid: Síntesis; 1992.

RICHARDSON, H. **Teoria da localização, estrutura urbana e crescimento regional**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1969.

RODRIGUES, C., AMARAL, P., SIMÕES, R. Rede urbana na oferta de serviços de saúde: uma análise multivariada macro regional - Brasil, 2002. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 9, p. 83-92, 2007.

SIMÕES, R., GUIMARÃES, C., GODOY, N., VELLOSO, T., ARAÚJO, T., GALINARI, R., CHEIN, F. Disparidades regionais na oferta de serviços de saúde em Minas Gerais. In: FONTES, R. (Org.) **Crescimento e desigualdade regional em Minas Gerais**. Viçosa: Folha de Viçosa, 2005.

SIMÕES, R., RODRIGUES, C., AMARAL, P. Distribuição da rede de oferta de serviços de saúde na região Norte: uma análise espacial multivariada. In: RIVERO, S., JAYME JR, F. (Org.). **As Amazônias do Século XXI**. Belém: EDUFPA, 2008.

SOCIAL EXCLUSION UNIT. **Making the connections**: final report on transport and social exclusion. London: Office of the Deputy Prime Minister, 2003.

SOUTH, R., BOOTS, B. Relaxing the nearest centre assumption in central place theory. **Papers in Regional Science**, n.78, p.157-177, 1999.

THILL, J.C. Spatial competition and market interdependence. **Papers in Regional Science**, n.71, p.259-75, 1992.

ULLMAN, E. A theory of location for cities. In: LEAHY, W. (ed). **Urban economics**. United States: Free Press, 1970.

VLAHOV, D.; GALEA, S. Urbanization, urbanicity and health. **Journal of Urban Health**, 79(4), supl.1, 2002.

WHITEHEAD, M. (1991) The concepts and principles of equity and health. **Health Promotion International** 6(3) 217-228, Oxford.