

# IDENTIFICAÇÃO DE DISPARIDADES REGIONAIS NOS SERVIÇOS DE SAÚDE EM MINAS GERAIS<sup>1</sup>

Cristiane Márcia dos Santos  
Doutoranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa  
E-mail: crikamarcia@hotmail.com

Adriano Provezano Gomes  
Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa  
E-mail: apgomes@ufv.br

Roberto Serpa Dias  
Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Viçosa  
E-mail: rsdias@ufv.br

Antonio José Medina dos Santos Baptista  
Professor da Universidade Jean Piaget de Cabo Verde  
E-mail: tozecv@yahoo.com

## Resumo

O presente trabalho objetivou analisar o nível de eficiência na prestação de serviços de saúde pública à população do Estado de Minas Gerais, utilizando análise envoltória de dados (DEA). Os resultados foram obtidos para dois grupos homogêneos das microrregiões mineiras. Verificou-se que todos os indicadores, tanto de disponibilidade de recursos quanto de produtos gerados, são significativamente superiores nas microrregiões do Grupo 1. Foi comprovada que existem diferenças significativas nos níveis de eficiência técnica entre as microrregiões dos dois grupos. A existência de ineficiência indica que existe um potencial de aumento na quantidade de atendimento à população das microrregiões mineiras.

**Palavras-chaves:** Minas Gerais, Análise envoltória de dados (DEA), Saúde, Eficiência.

**Sessão Temática:** Demografia e políticas públicas - D4 - População e saúde em Minas Gerais

---

<sup>1</sup> Este artigo é parte do projeto de pesquisa SHA-1406/06 financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 70 do século XX, inúmeras reformas foram implantadas no sentido de melhorar os sistemas públicos de provisão de serviços de saúde em diversos países. De caráter mais abrangente como no Reino Unido e na Nova Zelândia, menos abrangente como na Alemanha e na Holanda ou relativamente restrito como nos EUA, essas reformas foram implantadas, em momentos distintos, em quase todos os países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

MENDES (2001) cita três ondas de reformas. Na primeira, que vai dos anos 70 até a primeira metade dos anos 80, foram adotadas medidas de contenção de custos que resultaram na estabilização dos gastos incorridos pelos sistemas nacionais de saúde em quase toda a Europa. A segunda começa em 1985 e vai até a primeira metade dos anos 90, foi caracterizada pela adoção de medidas para aumentar a eficiência microeconômica dos sistemas, ao menor custo possível, por meio, principalmente, da adoção de inovações organizacionais. Por fim, a terceira onda de reformas iniciou-se no final dos anos 90 e caracteriza-se pela busca da equidade, melhoria da saúde pública, valorização da atenção primária e aumento da participação nos processos decisórios do setor saúde. Em geral, essas reformas redefiniram o papel do Estado e do mercado, ampliaram os direitos dos pacientes, estabeleceram novas funções da saúde pública e promoveram processos de descentralização de ações e serviços.

A reforma do sistema de saúde brasileiro teve início no final da década de 80, baseando-se em princípios estabelecidos no artigo 198 da Constituição Federal de 1988. Pode-se dizer que, até este período, a política de atenção à saúde era marcada pela ineficiência da gestão pública e pela baixa efetividade das ações no atendimento das necessidades da população.

A Constituição de 1988 introduz importantes modificações no sistema de saúde do país com a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), implementado a partir de 1990, institucionalizando a universalidade da cobertura e do atendimento, assim como a uniformidade e equivalência dos benefícios e serviços de saúde para populações urbanas e rurais. Da carta constitucional e da legislação específica infere-se que o princípio da equidade pode ser traduzido como igualdade de oportunidade de acesso aos serviços de saúde para necessidades iguais.

O Sistema Único de Saúde (SUS) foi construído em três pilares: a universalidade, a integralidade da atenção e a equidade.

O acesso universal (princípio da universalidade) significa que ao SUS compete atender a toda população, seja através dos serviços estatais prestados pela União, Distrito Federal, Estados e Municípios, seja através dos serviços privados conveniados ou contratados com o poder público.

A integralidade da atenção implica em perceber o cidadão como um ser integral, pois a saúde da pessoa não pode ser dividida e, sim, deve ser tratada como um todo. Isso quer dizer que as ações de saúde devem estar voltadas, ao mesmo tempo, para o indivíduo e para a comunidade, para a prevenção e para o tratamento, sempre respeitando a dignidade humana.

O acesso igualitário (princípio da equidade) não significa que o SUS deva tratar a todos de forma igual, mas sim respeitar os direitos de cada um, segundo as suas diferenças, apoiando-se mais na convicção íntima da justiça natural do que na letra da lei.

A partir da criação do SUS e das leis que o regulamentam, Lei Orgânica da Saúde 8.080/90 que vincula a descentralização à municipalização, e da lei 8.142/90, criam-se instrumentos e estruturas que deram a estados e municípios uma maior capacidade gerencial de seus sistemas de saúde, tais como conselhos e fundos de saúde, planos estaduais e municipais e relatórios de gestão. O município foi definido como o gestor dos serviços de saúde, além de ser responsável pelo controle, avaliação e auditoria dos prestadores de serviços situados em seu território.

A descentralização promovida pela reforma do sistema de saúde brasileiro, assim como em vários países do mundo, trouxe aumento de eficiência alocativa, de qualidade e de transparência na prestação de serviços devido, principalmente, à proximidade entre os usuários dos serviços e as autoridades responsáveis pelas tomadas de decisões. Segundo RIBEIRO e COSTA (1999), esse

processo também engendrou dificuldades de coordenação das políticas e ações e ineficiências por perdas de escopo e de escala, resultante da fragmentação dos serviços de saúde.

Acompanhando o que ocorreu no país como um todo, observou-se uma melhoria nos indicadores de saúde de Minas Gerais, nas últimas décadas, relacionada a mudanças nas condições socioeconômicas resultantes de políticas públicas, especialmente as de saúde e saneamento. Persistem, no entanto, desigualdades intra-estaduais decorrentes da manutenção de fatores desfavoráveis relativos a infra-estrutura socioeconômica em várias regiões do Estado.

Neste sentido, este trabalho pretende identificar as fontes de desigualdades no setor de saúde entre as sessenta e seis microrregiões do Estado de Minas Gerais e propor alternativas para reduzi-las. Espera-se que os resultados deste trabalho contribuam para a avaliação dos efeitos de uma política pública de distribuição de recursos, com base em critérios que atendam as necessidades de cada microrregião, levando em consideração as suas diferenças.

## 2. MEDIDAS DE EFICIÊNCIA NA ALOCAÇÃO DE RECURSOS

### 2.1. Função de produção e medidas de eficiência

Este trabalho baseia-se, ainda, nos princípios da teoria da produção, especificamente no conceito de função de produção, que indica a relação técnica entre a produção máxima obtida em determinada unidade de tempo e os fatores utilizados no processo de produção.

De forma genérica, uma função de produção pode ser representada, algebricamente, por

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (1)$$

em que,  $Y$  é a variável dependente e indica a quantidade produzida por unidade de tempo; e  $x_i$  são as variáveis independentes, que representam os fatores utilizados na produção.

Um aspecto, geralmente, analisado no estudo de função de produção é a natureza dos retornos à escala. A função pode proporcionar retornos constantes, crescentes ou decrescentes à escala. Uma função apresenta retornos constantes à escala se, ao aumentar os fatores de produção, a produção aumenta na mesma proporção. Há retornos crescentes quando o aumento na produção for mais do que proporcional ao aumento nos fatores; caso contrário haverá retornos decrescentes.

Outro aspecto que pode ser analisado por meio da função de produção diz respeito à produtividade e à eficiência. De acordo com TORESAN (1998), o termo produtividade refere-se, genericamente, à relação produto-insumo de um dado processo de transformação. Uma medida de produtividade incorpora efeitos da tecnologia e da eficiência (técnica e alocativa). Diferenciais de produtividade decorrem de diferenças na tecnologia de produção, diferenças na eficiência do processo de produção e diferenças de ambiente no qual a produção ocorre.

É importante distinguir a diferença entre os termos eficiência e produtividade. Embora essas palavras sejam freqüentemente utilizadas, de modo alternado, elas não têm, necessariamente, o mesmo significado. Para ilustrar a diferença entre esses dois termos, considere-se uma fronteira de produção que defina o atual estado tecnológico em uma indústria. As firmas dessa indústria podem estar operando na fronteira estimada, caso sejam perfeitamente eficientes, ou abaixo da fronteira estimada, caso não sejam plenamente eficientes. Aumentos na produtividade podem ser obtidos de duas formas. A primeira refere-se a melhorias na tecnologia utilizada pelas firmas. Essa mudança tecnológica é representada por um deslocamento para cima da fronteira de produção. A segunda refere-se à implementação de procedimentos, tal como a melhoria no nível educacional, para garantir o uso de tecnologias já existentes, de forma mais eficiente. Isto seria representado pela maior proximidade das firmas à fronteira produtiva existente. Assim, o crescimento da produtividade pode ser obtido por progresso técnico ou por melhorias, em relação à eficiência. Em outras palavras, esse crescimento pode ser definido como a mudança líquida no produto, em razão da mudança na eficiência e da mudança técnica. Por mudança na eficiência entende-se como a

mudança na distância do produto observado em relação à sua fronteira, enquanto a mudança técnica indica o deslocamento da fronteira de produção. Para COELLI (1995), é necessário caracterizar bem esses conceitos, já que políticas específicas, direcionadas a essas duas questões, são muito diferentes.

Questões relacionadas à eficiência são freqüentemente abordadas por pesquisadores e tomadores de decisão, principalmente em se tratando de ambientes competitivos e dinâmicos. Identificar o verdadeiro potencial da expansão da produção e as mudanças na eficiência, no progresso tecnológico e na produtividade ao longo do tempo é condição necessária para formulação de políticas econômicas coerentes com as reais necessidades dos setores analisados. Por isso, o uso de medidas de eficiência tem crescido significativamente nas últimas décadas, tornando-se, hoje em dia, um dos principais tópicos de estudo dos economistas.

O estudo das medidas de eficiência, com base em técnicas não-paramétricas, teve início com FARREL (1957), que propôs um modelo empírico em que cada unidade de produção é avaliada em relação às outras unidades de um conjunto homogêneo e representativo. Dessa maneira, a medida de eficiência é relativa e o respectivo valor para uma unidade de produção corresponde ao desvio observado em relação àquelas unidades consideradas eficientes.

A idéia básica consiste em separar a eficiência em dois componentes: eficiência técnica, que reflete a habilidade da firma em obter máximo produto, dado um conjunto de insumos; e eficiência alocativa, que reflete a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, dados seus preços relativos. Essas duas medidas são combinadas para se obter uma medida de eficiência econômica total.

As avaliações das medidas de eficiência podem, ainda, ser procedidas de duas orientações – aquela que se fundamenta na redução de insumos, denominada orientação insumo; e aquela que coloca ênfase no aumento do produto, denominada orientação produto. O gráfico (a) apresentado na Figura 2.1 ilustra as medidas de eficiência com orientação insumo. Já no gráfico (b) estão as medidas com orientação produto.

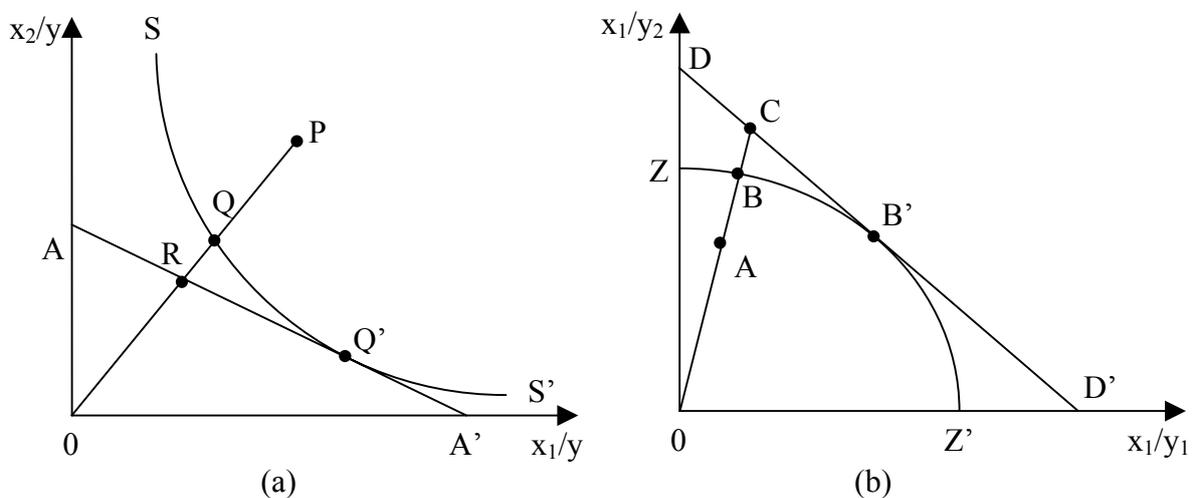


Figura 1: Medidas de eficiência com orientação insumo (a) e orientação produto (b).

Iniciando com a orientação insumo, considere uma firma que usa dois insumos ( $x_1$  e  $x_2$ ) para produzir um único produto ( $y$ ). Tendo em vista a pressuposição de retornos constantes à escala,  $SS'$  representa uma isoquanta unitária de uma firma totalmente eficiente. Se outra firma usa uma quantidade de insumos, definida pelo ponto  $P$ , para produzir uma unidade de produto, sua ineficiência técnica poderia ser representada pela distância  $QP$ , que indica a quantidade pela qual todos os insumos podem ser reduzidos sem reduzir a produção. Em relação à porcentagem, tem-se a razão  $QP/OP$ . A eficiência técnica (ET) dessa firma seria dada por:

$$ET = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP}. \quad (2)$$

Como  $0 < ET \leq 1$ , a medida encontrada fornece o grau de ineficiência técnica da firma. Se  $ET = 1$ , a firma é tecnicamente eficiente, situando-se sobre a isoquanta eficiente, como é o caso do ponto Q.

Quando se conhece a razão entre os preços dos insumos, representada pela isocusto AA', pode-se calcular a eficiência alocativa (EA). Considerando uma firma que opera em P, tem-se:

$$EA = \frac{OR}{OQ}. \quad (3)$$

A distância RQ representa a redução nos custos de produção que poderia acontecer, caso a produção ocorresse em um ponto de eficiência alocativa, como é o caso de Q', em vez do ponto Q, que é tecnicamente eficiente, mas alocativamente ineficiente.

Assim, a ineficiência técnica é resultante do uso excessivo de insumos, para dado nível de produção. Já a ineficiência alocativa decorre do emprego desses insumos em proporções inadequadas, dados seus respectivos preços, ou seja, quando a taxa marginal de substituição entre os insumos não for igual à razão dos seus preços. Em ambos os casos, o custo não será minimizado.

A eficiência econômica total (EE) seria dada pelo produto das eficiências técnica e alocativa:

$$EE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP}. \quad (4)$$

Segundo COELLI et al. (1998), as medidas de eficiência técnica insumo orientadas procuram responder à seguinte pergunta: "Qual a quantidade de insumos que pode ser proporcionalmente reduzida, sem alterar a quantidade de produto que está sendo produzido?". Entretanto, outra questão poderia surgir: "Qual a quantidade de produto que poderia ser proporcionalmente expandida, sem alterar as quantidades de insumos utilizados?". Nesse caso, torna-se necessária a análise de medidas de orientação produto. O gráfico (b) da Figura 2.1 ilustra uma situação que envolve a produção de dois produtos ( $y_1$  e  $y_2$ ) e o uso de um único insumo ( $x_1$ ).

Se os retornos à escala são considerados constantes, então pode-se representar a tecnologia por uma curva de possibilidades de produção unitária, descrita pela linha ZZ'. O ponto A representa uma firma ineficiente, situando-se abaixo da curva de possibilidades de produção. A distância AB representa sua ineficiência técnica, ou seja, as quantidades de produtos que poderiam ser aumentadas sem necessidade de insumos adicionais. Nesse caso, a medida de eficiência técnica seria dada por:

$$ET = \frac{OA}{OB}. \quad (5)$$

Por meio de informações sobre os preços dos produtos, pode-se traçar uma linha de "isoreceita" (DD') e, então, definir a eficiência alocativa como:

$$EA = \frac{OB}{OC}. \quad (6)$$

A ineficiência alocativa da firma que opera em A seria dada pela distância BC.

O cálculo da eficiência econômica total é semelhante ao realizado nas medidas de orientação insumo, isto é:

$$EE = \frac{0A}{0B} \times \frac{0B}{0C} = \frac{0A}{0C}. \quad (7)$$

Todas as medidas apresentadas são radiais, isto é, são medidas ao longo de um raio que sai da origem até o ponto de produção observado. Segundo FÄRE et al. (1994), a vantagem desse tipo de medida radial é que ela é invariante em unidade. Isso significa que as unidades de medida de insumos e produtos podem variar, pois não alteram o valor da medida de eficiência. Por exemplo, tanto faz medir o insumo mão-de-obra em dias trabalhados ou em horas trabalhadas, que a medida de eficiência radial não se altera.

## 2.2. Obtenção das medidas de eficiência: *Data Envelopment Analysis* (DEA)

A mensuração do desempenho de qualquer unidade produtora que utiliza múltiplos insumos para produzir múltiplos produtos é uma tarefa complexa de comparação entre as várias unidades organizadas. Geralmente, a mensuração do desempenho (eficiência) relativo é realizada tendo como base uma fronteira, as quais podem ser estimadas por diferentes métodos. Os dois mais utilizados são as fronteiras estocásticas e a análise envoltória de dados (DEA). As fronteiras estocásticas consistem em abordagens paramétricas, sendo estimadas por métodos econométricos, enquanto a técnica DEA é uma abordagem não-paramétrica, que envolve programação matemática em sua estimação.

A análise envoltória de dados é uma técnica não-paramétrica que se baseia na programação matemática, especificamente na programação linear, para analisar a eficiência relativa de unidades produtoras. Na literatura relacionada com modelos DEA, uma unidade produtora é tratada como DMU (*decision making unit*), uma vez que desses modelos provém uma medida para avaliar a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão. Por unidade produtora entende-se qualquer sistema produtivo que transforme insumos em produtos, podendo ser firmas, setores da economia ou regiões, como é o caso deste trabalho. No presente trabalho, as DMUs correspondem às sessenta e seis microrregiões do Estado de Minas Gerais, sendo que o contexto de estudo são as práticas do SUS no atendimento à população de cada microrregião.

Segundo CHARNES et al. (1994), para estimar e analisar a eficiência relativa das DMUs, a DEA utiliza a definição de ótimo de pareto, segundo o qual nenhum produto pode ter sua produção aumentada sem que sejam aumentados os seus insumos ou diminuída a produção de outro produto, ou, de forma alternativa, quando nenhum insumo pode ser diminuído sem ter que diminuir a produção de algum produto. A eficiência é analisada, relativamente, entre as unidades.

CHARNES et al. (1978) generalizaram o trabalho de FARRELL (1957), para incorporar a natureza multi-produto e multi-insumo da produção, propondo a técnica DEA para a análise das diferentes unidades, quanto à eficiência relativa.

O modelo DEA com orientação-insumo e pressuposição de retornos constantes à escala, procura minimizar a redução proporcional nos níveis de insumo, mantendo fixa a quantidade de produtos. De acordo com CHARNES et al. (1994) e LINS e MEZA (2000), esse modelo pode ser representado algebricamente por:

$$\text{MIN}_{\theta, \lambda, S^+, S^-} \theta,$$

sujeito a :

$$\begin{aligned} -y_i + Y\lambda - S^+ &= 0, \\ \theta x_i - X\lambda - S^- &= 0, \\ \lambda &\geq 0, \\ S^+ &\geq 0, \\ S^- &\geq 0, \end{aligned} \tag{8}$$

em que  $y_i$  é um vetor ( $m \times 1$ ) de quantidades de produto da  $i$ -ésima DMU;  $x_i$  é um vetor ( $k \times 1$ ) de quantidades de insumo da  $i$ -ésima DMU;  $Y$  é uma matriz ( $n \times m$ ) de produtos das  $n$  DMUs;  $X$  é uma matriz ( $n \times k$ ) de insumos das  $n$  DMUs;  $\lambda$  é um vetor ( $n \times 1$ ) de pesos;  $S^+$  é um vetor de folgas relativo aos produtos;  $S^-$  é um vetor de folgas relativos aos insumos; e  $\theta$  é uma escalar que tem valores iguais ou menores do que 1. O valor obtido para  $\theta$  indica o escore de eficiência da DMU, ou seja, um valor igual a 1 indica eficiência técnica da DMU, em relação às demais, enquanto um valor menor do que 1 evidencia a presença de ineficiência técnica relativa.

O Problema de Programação Linear (PPL) apresentado em (8) é resolvido  $n$  vezes, uma vez para cada DMU, e, como resultado, apresenta os valores de  $\theta$  e  $\lambda$ . Conforme mencionado,  $\theta$  é o escore de eficiência da DMU sob análise e, caso a DMU seja ineficiente, os valores de  $\lambda$  fornecem os “pares” daquela unidade, ou seja, as DMUs eficientes que serviram de referência (ou benchmark) para a DMU ineficiente.

Com vistas em incorporar a possibilidade de retornos variáveis à escala, BANKER et al. (1984) propuseram o modelo DEA com pressuposição de retornos variáveis à escala, introduzindo uma restrição de convexidade no modelo CCR. O modelo DEA com orientação-insumo e pressuposição de retornos variáveis à escala, apresentado em (9) permite decompor a eficiência técnica em eficiência de escala e pura eficiência técnica. Para analisar a eficiência de escala, torna-se necessário estimar a eficiência das DMUs, utilizando-se tanto o modelo DEA (8) como o apresentado em (9). A ineficiência de escala é evidenciada quando existem diferenças no escore desses dois modelos.

O modelo DEA com orientação-insumo, que pressupõe retornos variáveis à escala, pode ser representado pela seguinte notação algébrica:

$$\text{MIN}_{\theta, \lambda, S^+, S^-} \theta,$$

sujeito a :

$$\begin{aligned} -y_i + Y\lambda - S^+ &= 0, \\ \theta x_i - X\lambda - S^- &= 0, \\ N1'\lambda &= 1 \\ \lambda &\geq 0, \\ S^+ &\geq 0, \\ S^- &\geq 0, \end{aligned} \tag{9}$$

em que  $N1$  é um vetor ( $n \times 1$ ) de números uns. As demais variáveis foram anteriormente descritas. Essa abordagem forma uma superfície convexa de planos em interseção, a qual envolve os dados de forma mais compacta do que a superfície formada pelo modelo com retornos constantes. Com isto, os valores obtidos para eficiência técnica, com a pressuposição de retornos variáveis, são maiores ou iguais aos obtidos com retornos constantes. Isso porque a medida de eficiência técnica, obtida no

modelo com retornos constantes, é composta pela medida de eficiência técnica no modelo com retornos variáveis e pela medida de eficiência de escala.

Os modelos apresentados buscam identificar a ineficiência técnica das DMUs, mediante redução proporcional na utilização dos insumos, isto é, são modelos com orientação insumo. Entretanto, como visto no referencial teórico, podem-se também obter medidas de eficiência técnica, como aumento proporcional na produção.

Os modelos de orientação produto são similares aos de orientação insumo. Um problema de orientação produto, com retornos variáveis, pode ser escrito da seguinte forma:

$$\begin{aligned} & \text{MAX}_{\phi, \lambda} \quad \phi, \\ & \text{sujeito a :} \\ & \quad -\phi y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \quad x_i - X\lambda \geq 0, \\ & \quad N_1 \lambda = 1, \\ & \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \tag{10}$$

em que  $1 \leq \phi < \infty$  e  $\phi - 1$  é o aumento proporcional nos produtos que poderiam ser obtidos pela  $i$ -ésima DMU, mantendo-se constante a utilização de insumos. A medida de eficiência técnica seria dada por  $1/\phi$ , que varia de zero a um. Retirando-se a restrição de convexidade  $N_1 \lambda = 1$ , tem-se um modelo de orientação produto com retornos constantes à escala. Conseqüentemente, alterando-se essa restrição para  $N_1 \lambda \leq 1$ , tem-se o modelo com retornos não crescentes.

Os resultados fornecidos pelos modelos DEA são complexos e ricos em detalhes, os quais, quando utilizados corretamente, constituem-se em importante ferramenta auxiliar na tomada de decisão dos agentes envolvidos. Devido a essa complexidade, para descrições mais detalhadas da metodologia recomenda-se a consulta de livros textos como, por exemplo, COELLI et al. (1998), LINS e MEZA (2000), COOPER et al. (2000), CHARNES et al. (1994), FÄRE et al. (1994) e GOMES e BAPTISTA (2004).

### 2.3. Obtenção das elasticidades

Em um modelo com duas variáveis  $X$  e  $Y$ , a elasticidade de  $Y$  em relação a  $X$  é dada por:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\%Y}{\Delta\%X} = \frac{\partial Y}{\partial X} \frac{X}{Y} \tag{11}$$

Considerando  $Y$  como a eficiência técnica,  $\partial Y / \partial X$  representaria a eficiência técnica marginal, ou seja, a variação na eficiência técnica causada pelo acréscimo de uma unidade da variável explicativa  $X$ . Por outro lado,  $Y/X$  representaria a eficiência técnica média da variável  $X$ . Assim,  $X/Y$  é a inversa da eficiência técnica média. Com isso, a elasticidade da eficiência técnica em relação a  $X$  pode ser escrita como:

$$\varepsilon = \frac{\text{ET marginal de } X}{\text{ET média de } X} \tag{12}$$

Para o cálculo das elasticidades, pode-se estimar uma função do tipo *Cobb-Douglas*<sup>2</sup>, cuja variável dependente é a medida de eficiência técnica de cada microrregião, sendo explicada por uma série de variáveis, da seguinte forma.

$$ET = \alpha \prod_{i=1}^n X_i^{\beta_i} \quad (13)$$

Em que  $\alpha$  é a constante;  $n$  é o número de variáveis explicativas;  $X_i$  é variável explicativa  $i$ ; e  $\beta_i$  é o parâmetro que mede a intensidade da variável explicativa  $X_i$ . Supondo que existem duas variáveis explicativas ( $X_1$  e  $X_2$ ), a equação 13 pode ser escrita como:

$$ET = \alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \quad (14)$$

A eficiência técnica marginal de  $X_1$  é dada por:

$$ET \text{ marginal de } X_1 = \frac{\partial ET}{\partial X_1} = \beta_1 \alpha X_1^{\beta_1-1} X_2^{\beta_2} \quad (15)$$

E a eficiência técnica média de  $X_1$  é:

$$ET \text{ média de } X_1 = \frac{ET}{X_1} = \frac{\alpha X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}}{X_1} = \alpha X_1^{\beta_1-1} X_2^{\beta_2} \quad (16)$$

Com isso, a elasticidade da eficiência técnica em relação a  $X_1$  é dada por:

$$\varepsilon = \frac{ET \text{ marginal de } X}{ET \text{ média de } X} = \frac{\beta_1 \alpha X_1^{\beta_1-1} X_2^{\beta_2}}{\alpha X_1^{\beta_1-1} X_2^{\beta_2}} = \beta_1 \quad (17)$$

Isso significa que em uma função do tipo *Cobb-Douglas*, o parâmetro da variável fornece diretamente a sua elasticidade.

Para ser estimada pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), torna-se necessário “linearizar” a equação. Aplicando-se logaritmos na equação 14, obtém-se a equação final a ser estimada, que apresenta a seguinte forma:

$$\log ET = \log \alpha + \beta_1 \log X_1 + \beta_2 \log X_2 \quad (18)$$

## 2.4. Dados utilizados

Para calcular as medidas de eficiência, foram utilizadas duas variáveis relacionadas aos produtos e três relacionadas aos insumos. As variáveis que medem a produção referem-se às internações e produções ambulatoriais. Já as variáveis contendo os insumos utilizados referem-se aos valores totais das internações e dos procedimentos ambulatoriais, além da disponibilidade de leitos hospitalares e de recursos humanos da área de saúde. A seguir apresenta-se a descrição das variáveis utilizadas.

<sup>2</sup> O objetivo desta parte do trabalho não é identificar a melhor forma funcional para as funções explicativas da eficiência técnica. O que se pretende é medir o impacto das variáveis explicativas, ou seja, calcular elasticidades. Nesse caso, a função do tipo *Cobb-Douglas*, apesar de sua simplicidade, serve bem aos propósitos aqui estabelecidos.

AIHs pagas: Autorizações de internação hospitalar (AIHs) pagas no ano de 2005, tanto de novas internações como de prorrogação (longa permanência), estratificadas por morbidade hospitalar e local de internação. Não estão computadas as AIHs rejeitadas. Esta variável foi medida em número de AIHs/habitante.

As AIHs foram divididas seguindo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10)<sup>3</sup>, a qual classifica a morbidade hospitalar em 21 capítulos. São eles:

- Cap. 01. Algumas doenças infecciosas e parasitárias
- Cap. 02. Neoplasias (tumores)
- Cap. 03. Doenças do sangue e dos órgãos hematopoéticos e alguns transtornos imunitários
- Cap. 04. Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas
- Cap. 05. Transtornos mentais e comportamentais
- Cap. 06. Doenças do sistema nervoso
- Cap. 07. Doenças do olho e anexos
- Cap. 08. Doenças do ouvido e da apófise mastóide
- Cap. 09. Doenças do aparelho circulatório
- Cap. 10. Doenças do aparelho respiratório
- Cap. 11. Doenças do aparelho digestivo
- Cap. 12. Doenças da pele e do tecido subcutâneo
- Cap. 13. Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo
- Cap. 14. Doenças do aparelho geniturinário
- Cap. 15. Gravidez, parto e puerpério
- Cap. 16. Algumas afecções originadas no período perinatal
- Cap. 17. Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômicas
- Cap. 18. Sintomas, sinais e achados anormais de exames clínicos e de laboratório, não classificados em outra parte
- Cap. 19. Lesões, envenenamentos e algumas outras conseqüências de causas externas
- Cap. 20. Causas externas de morbidade e de mortalidade
- Cap. 21. Fatores que exercem influência sobre o estado de saúde e o contato com serviços de saúde

Produção ambulatorial: quantidade de procedimentos aprovados para pagamento pelas Secretarias de Saúde no ano de 2005, medida em número de procedimentos/habitante.

Os procedimentos foram agrupados seguindo os grupos de procedimentos para programação físico-orçamentária, segundo a tabela em vigor a partir de novembro/1999. Os grupos de procedimentos são:

- Ações enfermagem/outras de saúde nível médio
- Ações médicas básicas
- Ações básicas em odontologia
- Ações executadas p/ outros prof.nível superior
- Procedimentos básicos em vigilância sanitária
- Proced. espec. profis. médicos, out. nível sup/méd
- Cirurgias ambulatoriais especializadas
- Procedimentos traumatológico-ortopédicos
- Ações especializadas em odontologia
- Patologia clínica
- Anatomopatologia e citopatologia
- Radiodiagnóstico
- Exames ultra-sonográficos

---

<sup>3</sup> Maiores informações sobre esta classificação podem ser obtidas em <http://www.datasus.gov.br/cid10/cid10.htm>

- Diagnose
- Fisioterapia
- Terapias especializadas
- Instalação de cateter
- Próteses e órteses
- Anestesia
- Procedimentos assistenciais de alta complexidade
- Hemodinâmica
- Terapia renal substitutiva
- Radioterapia
- Quimioterapia
- Busca de órgãos para transplante
- Ressonância magnética
- Medicina nuclear - in vivo
- Radiologia intervencionista
- Tomografia computadorizada
- Medicamentos
- Hemoterapia
- Acompanhamento de pacientes
- Procedimentos específicos para reabilitação

Valor das AIHs pagas: valor referente às AIHs pagas no ano de 2005, medida em R\$/habitante. As AIHs também foram divididas seguindo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde.

Valor da produção ambulatorial: valor aprovado para pagamento da produção ambulatorial pelas Secretarias de Saúde no ano de 2005, medida em R\$/habitante. Os procedimentos também foram agrupados seguindo os grupos de procedimentos para programação físico-orçamentária, segundo a tabela em vigor a partir de novembro/1999.

Número de leitos: número total de leitos em julho de 2003, considerando leitos hospitalares e leitos da UTI. Essa variável foi medida em número de leitos/1000 habitantes.

Recursos humanos: número de pessoas da área de saúde nos estabelecimentos credenciados no ano de 2002. Os profissionais foram agrupados segundo o tipo de ocupação: nível superior; nível técnico/auxiliar; qualificação elementar; e pessoal administrativo. Esta variável foi medida em número de pessoas/1000 habitantes.

Para explicar o comportamento da eficiência técnica, elasticidade, as variáveis explicativas serão as mesmas utilizadas para calcular as medidas de eficiência técnica.

Pela própria construção do modelo DEA que calcula a medida de eficiência, microrregiões que apresentam valores mais elevados de insumos, relativamente aos produtos, obtêm eficiência técnica menor. Com isso, é de se esperar que os coeficientes das variáveis que representam os produtos (AIHs pagas e produção ambulatorial) sejam positivos, ou seja, aumentos nas variáveis de produto levam a aumentos nas medidas de eficiência. Por outro lado, espera-se que os coeficientes das variáveis que representam os insumos (valor das AIHs pagas, valor da produção ambulatorial, número de leitos e recursos humanos) sejam negativos, ou seja, em microrregiões que já têm quantidade maiores de insumos por habitante, ao aumentar suas quantidades a medida de eficiência irá cair.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Obtenção das medidas de eficiência na alocação dos recursos considerando o princípio de equidade

Neste estudo foi utilizada a separação das microrregiões de Minas Gerais feita por Santos e Gomes (2006), em que estes autores identificaram dois grupos homogêneos das microrregiões mineiras relacionadas ao setor de saúde.

Fazem parte do Grupo 1 todas as microrregiões pertencentes às mesorregiões Campos das Vertentes (3), Noroeste (2), Oeste de Minas (5), Sul de Minas (10) e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (7). Além dessas, fazem parte desse grupo duas microrregiões pertencentes à mesorregião Central Mineira, sete microrregiões pertencentes à mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, cinco microrregiões pertencentes à mesorregião da Zona da Mata e uma microrregião pertencente à mesorregião do Vale do Rio Doce.

No Grupo 2 fazem parte as duas microrregiões pertencentes à mesorregião do Vale do Mucuri, as sete microrregiões pertencentes ao Norte de Minas, as cinco pertencentes ao Jequitinhonha, seis microrregiões pertencentes ao Vale do Rio Doce, uma microrregião da Central Mineira, uma da Metropolitana e duas da Zona da Mata.

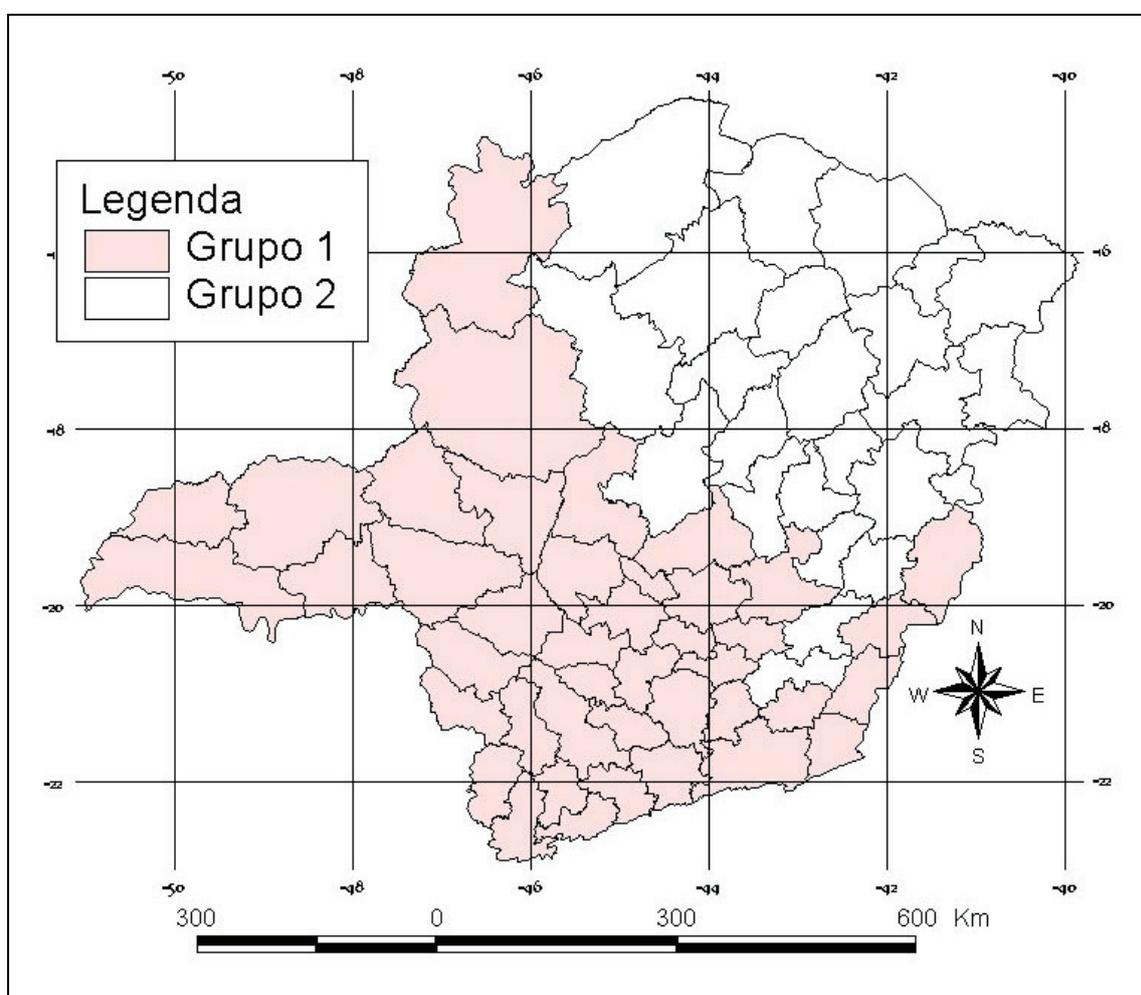


Figura 2: Microrregiões mineiras pertencentes a cada grupo.

Fonte: Santos e Gomes (2006).

Assim, todos os resultados serão apresentados para cada grupo separadamente.

Para calcular as medidas de eficiência das microrregiões foram aplicados problemas de programação linear para cada grupo separadamente, pressupondo-se retornos variáveis à escala e orientação produto.

No intuito de identificar a composição relativa do oferecimento dos serviços de saúde à população, bem como do uso dos recursos para sua geração, propõe-se a construção de um índice de disponibilidade relativa (IDR) dos indicadores entre as microrregiões<sup>4</sup>. De modo geral, esse índice pode ser obtido da seguinte forma:

$$IDR = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[ \frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{\max i}} \right] \quad (19)$$

Em que:

- $E_{ij}$  = Escore do  $i$ -ésimo indicador, alcançado pela  $j$ -ésima microrregião;
- $E_{\max i}$  = Escore máximo atingível pela microrregião  $i$ ;
- $I = 1, \dots, m$  número de indicadores;
- $J = 1, \dots, n$  número de microrregiões; e

Uma vez que o IDR varia de 0 a 1, ele mede a dispersão dos valores atribuídos aos indicadores entre as microrregiões analisadas. Ao considerar que todos os indicadores serão mensurados em termos per capita, valores próximos de 0 indicam significativa diferença entre as regiões, enquanto valores próximos de 1 indicam semelhança nos valores per capita dos indicadores. Se todos os indicadores forem iguais em todas as microrregiões, o IDR será igual a um. Isso representaria uma perfeita igualdade naquele indicador entre as microrregiões, ou seja, equidade no indicador per capita.

Para verificar a contribuição de cada microrregião no índice global, utiliza-se o seguinte procedimento:

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^n E_{ij}}{n \left( \sum_{i=1}^m E_{\max i} \right)} \quad (20)$$

em que  $C_i$  é a contribuição da microrregião  $i$  no IDR do grupo de microrregiões. As contribuições das microrregiões serão padronizadas para somarem 100, ou seja, o percentual de contribuição de cada microrregião na formação do IDR de cada indicador. Os valores das contribuições padronizadas serão utilizados para calcular as medidas de eficiência relativa das microrregiões

Para se ter uma idéia da diferença dos indicadores entre os grupos de microrregiões, a Tabela 1 apresenta os valores médios das variáveis nos dois grupos.

De acordo com esses dados, percebe-se que nas microrregiões do Grupo 1 todos os indicadores médios são superiores. Apenas a produção ambulatorial por habitante é semelhante

<sup>4</sup> Esse tipo de índice é muito utilizado em trabalhos envolvendo a mensuração do nível de capital social existente em diversos tipos de comunidades.

entre os grupos de microrregiões. Porém, no valor médio per capita da produção ambulatorial encontra-se a maior diferença entre os grupos de microrregiões. Pode-se explicar essa diferença por dois motivos: ou o valor pago pelo mesmo serviço ambulatorial é muito maior nas microrregiões do Grupo 1 ou os procedimentos ambulatoriais mais complexos (e mais caros) ocorrem em intensidade muito maior nas microrregiões do Grupo 1. De qualquer forma, há significativa diferença entre as microrregiões, o que justifica a separação em grupos.

Tabela 1: Valores médios das variáveis que serão utilizadas nos cálculos de eficiência

Especificação	Unidade	Grupo 1	Grupo 2	Diferença G1/G2 (%)
AIHs pagas	Ud/hab.	0,0624	0,0578	7,95
Produção ambulatorial	Ud/hab.	11,4617	11,2282	2,08
Valor das AIHs pagas	R\$/hab.	32,6210	24,5392	32,93
Valor da produção ambulatorial	R\$/hab.	36,3831	22,8162	59,46
Leitos	Ud/1000 hab.	2,6462	2,2265	18,85
Recursos humanos	Ud/1000 hab.	10,9024	8,4110	29,62

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Outro ponto interessante que pode ser observado na tabela anterior é que as diferenças regionais são maiores nos insumos (recursos) disponíveis para a população do que no oferecimento dos serviços. As pequenas diferenças entre os valores per capita dos serviços e as grandes diferenças nos valores per capita dos recursos alertam para a necessidade de investimento diferenciado entre os grupos de microrregiões.

Seguindo o procedimento metodológico apresentado, foram calculados os índices de disponibilidade relativa das variáveis relacionadas aos produtos e aos insumos. Esses índices estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Índices de disponibilidade relativa

Especificação	Grupo 1	Grupo 2	Diferença G1/G2 (%)
AIHs pagas	0,2256	0,1698	32,92
Produção ambulatorial	0,1945	0,1756	10,71
Valor das AIHs pagas	0,1048	0,0882	18,79
Valor da produção ambulatorial	0,1402	0,1211	15,77
Leitos	0,5082	0,5028	1,08
Recursos humanos	0,6816	0,8016	-14,97

Fonte: Resultados da Pesquisa.

O índice de disponibilidade relativa (IDR) mede o grau de dispersão dos dados entre as microrregiões de um mesmo grupo. É importante destacar que a composição do índice não permite comparar variáveis diferentes no mesmo grupo, mas sim a mesma variável nos dois grupos. Exemplificando, não se pode dizer que o IDR 0,2256 das AIHs do Grupo 1 relativamente ao IDR de 0,1945 da produção ambulatorial implica em dizer que a dispersão da quantidade de AIH neste grupo é menor que a produção ambulatorial no mesmo grupo. Essa impossibilidade decorre da própria fórmula do índice, a qual leva em consideração o número de indicadores. No caso das AIHs pagas são 21 capítulos, enquanto na produção ambulatorial são 33 procedimentos.

O IDR permite comparar como está a dispersão dos dados de uma mesma variável nos dois grupos de microrregiões. Nesse sentido, observa-se que, com exceção da variável recursos humanos, todos os IDRs das microrregiões do Grupo 1 são superiores. Esse é um resultado que necessita ser avaliado com maior rigor pelos formuladores de políticas de distribuição de recursos.

Conforme já discutido, as microrregiões do Grupo 1 apresentam, em média, maiores valores per capita tanto de serviços executados quanto de recursos disponíveis. Além disso, o grau de dispersão dessas variáveis dentro da mesma região é menor no Grupo 1. Em outras palavras, além das microrregiões do Grupo 2 terem menor disponibilidade de serviços e recursos de saúde destinados à população, dentro dessa região do Estado a disparidade é maior.

No cálculo do IDR das variáveis é possível identificar a contribuição de cada microrregião no valor do índice final. Por exemplo, o IDR da variável AIHs pagas do Grupo 1 foi de 0,2256. A parcela de contribuição da microrregião Unai foi 0,00389, o que equivale a 1,72%. Os dados apresentados nas Tabelas 1A e 2A em anexo referem-se às contribuições das microrregiões na construção dos IDRs do Grupo 1 e do Grupo 2, respectivamente. Novamente, são esses os valores que serão utilizados no cálculo das medidas de eficiência equitativa utilizando a técnica DEA. Essas medidas estão apresentadas nas Tabelas 3 e 4, para as microrregiões do Grupo 1 e do Grupo 2, respectivamente.

Tabela 3: Medidas de eficiência técnica das microrregiões do Grupo 1

Microrregião	Eficiência técnica	Microrregião	Eficiência técnica
Paracatu	1,0000	Muriaé	0,8999
Ituiutaba	1,0000	Ouro Preto	0,8955
Frutal	1,0000	Unai	0,8842
Três Marias	1,0000	Cons. Lafaiete	0,8605
Itaguara	1,0000	Araxá	0,8512
Aimorés	1,0000	Itabira	0,8306
Piui	1,0000	Manhuaçu	0,8280
Divinópolis	1,0000	Cataguases	0,8255
Campo Belo	1,0000	Varginha	0,7982
São Seb. Paraíso	1,0000	Barbacena	0,7962
Bom Despacho	0,9768	Sete Lagoas	0,7816
Uberlândia	0,9716	Alfenas	0,7648
Oliveira	0,9673	Lavras	0,7528
Pará de Minas	0,9617	Itajubá	0,7431
Patos de Minas	0,9610	Uberaba	0,7261
Ubá	0,9443	São Lourenço	0,7226
Santa Rita Sapucaí	0,9387	Pouso Alegre	0,7175
Andrelândia	0,9380	Poços de Caldas	0,6933
Passos	0,9302	São J Del Rei	0,6720
Patrocínio	0,9252	Belo Horizonte	0,6307
Formiga	0,9179	Juiz de Fora	0,5454

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Verifica-se que 10 microrregiões do Grupo 1 apresentaram medida de eficiência máxima, o que equivale a 24% do grupo. No Grupo 2, 9 microrregiões alcançaram a medida de eficiência máxima, ou 37,5% do grupo.

Mesmo separando as microrregiões em grupos homogêneos, nota-se que há disparidades dentro de um mesmo grupo. No Grupo 1, a microrregião que apresentou menor índice de eficiência foi Juiz de Fora. A eficiência alcançada por esta microrregião (0,5454) é praticamente a metade do valor máximo. Situação semelhante ocorre com a microrregião de Ponte Nova, no Grupo 2.

Tabela 4: Medidas de eficiência técnica das microrregiões do Grupo 2

Microrregião	Eficiência técnica	Microrregião	Eficiência técnica
Januária	1,0000	Almenara	0,9218
Janaúba	1,0000	Mantena	0,8952
Pirapora	1,0000	Guanhães	0,8834
Grão Mogol	1,0000	Curvelo	0,8566
Bocaiúva	1,0000	Caratinga	0,8492
Araçuaí	1,0000	Diamantina	0,8078
Pedra Azul	1,0000	Viçosa	0,8064
Conc. M. Dentro	1,0000	Montes Claros	0,7583
Peçanha	1,0000	Teófilo Otoni	0,7429
Salinas	0,9861	Ipatinga	0,6966
Capelinha	0,9545	Gov. Valadares	0,6278
Nanuque	0,9371	Ponte Nova	0,6250

Fonte: Resultados da Pesquisa.

É importante destacar que os valores das medidas de eficiência atribuídos às microrregiões devem ser interpretados com cautela. Não se está querendo dizer que, por exemplo, o setor de saúde em Paracatu é duas vezes melhor (ou mais eficiente) que o de Belo Horizonte. Obviamente os resultados podem variar, dependendo do período analisado e da própria escolha das variáveis. O que os resultados permitem dizer é que as exigências individuais das microrregiões eficientes estão sendo, relativamente, melhor atendidas nestas regiões do que em outras com índices de eficiência menores. O fato é que se todas as microrregiões dispusessem dos mesmos recursos *per capita*, a quantidade de atendimentos deveria ser similar entre as microrregiões.

Outro ponto que merece ser chamado a atenção é o aspecto puramente quantitativo do modelo. A forma de mensurar as variáveis impede impor restrições sobre o tipo de atendimento/recurso, isto é, um atendimento simples tem o mesmo peso de um atendimento mais complexo. O ideal seria calcular um índice de eficiência para cada grupo de atendimento. Porém, devido às dificuldades de obtenção dos dados e impossibilidades matemáticas impostas pelo modelo<sup>5</sup>, optou-se por calcular um índice geral.

### 3.2. QUANTIFICAÇÃO DO IMPACTO DAS VARIÁVEIS SOBRE A EFICIÊNCIA

Após calcular as medidas de eficiência na alocação dos recursos públicos em saúde das microrregiões mineiras dos grupos homogêneos, pode-se tentar quantificar o impacto que as variáveis exercem sobre a eficiência. Para isso, serão calculadas elasticidades que medem a mudança percentual da eficiência técnica devido a uma mudança percentual em alguma variável explicativa.

A idéia é verificar se as variáveis explicativas exercem impactos diferenciados no nível de eficiência dos grupos de microrregiões. Essa etapa é extremamente importante, pois uma mesma política visando aumentar a eficiência nos serviços de saúde pode exercer impactos diferenciados entre regiões (grupos de microrregiões), os quais precisam ser quantificados.

<sup>5</sup> Um modelo envolvendo todos os indicadores de AIHs e produção ambulatorial, tanto nas quantidades (produtos) quanto nos valores (insumos) poderia fornecer resultados melhores e mais coerentes com os aspectos qualitativos dos serviços. Entretanto, o número de microrregiões em cada grupo impede o cálculo de modelos envolvendo um número maior de variáveis. Normalmente, sugere-se que o número de observações (microrregiões) seja, no mínimo, o dobro do número de variáveis. Uma alternativa seria construir um modelo cuja unidade de medida fosse o município ao invés da microrregião. Entretanto, nos serviços de saúde, a abrangência microrregional explica melhor a disponibilidade de serviços, uma vez que é comum os moradores das cidades menores serem atendidos na maior cidade da microrregião.

Para explicar o comportamento da eficiência técnica em cada grupo de microrregiões, serão estimadas duas equações, uma para cada grupo<sup>6</sup>.

As variáveis explicativas serão as mesmas utilizadas no cálculo dos índices de disponibilidade relativa de produtos e insumos, os quais, por sua vez, foram utilizados para calcular as medidas de eficiência técnica. A variável dependente será a eficiência técnica. Porém, observando os dados das Tabelas 3 e 4, nota-se que todas as microrregiões que são tecnicamente eficientes apresentam medida de eficiência técnica igual a um, ou seja, são 100% eficientes. Ao considerar que todas as microrregiões eficientes têm o mesmo valor de eficiência técnica, a qualidade de ajustamento da equação fica comprometida. Para resolver esse problema é preciso considerar a possibilidade de algumas microrregiões apresentarem “super-eficiência”.

Para ilustrar o conceito de “super-eficiência” considere a Figura 3, que ilustra uma situação envolvendo dois insumos ( $x_1$  e  $x_2$ ) e um produto ( $y$ ), semelhante ao apresentado na Figura 2.1 do capítulo de Referencial Teórico.

Na Figura 3, a fronteira eficiente  $SS'$  foi formada pelas DMUs A, B e C. A medida de eficiência técnica da DMU B, sem considerar a possibilidade de “super-eficiência” é dada por:

$$ET_B = \frac{OB}{OB'} = 1 \quad (21)$$

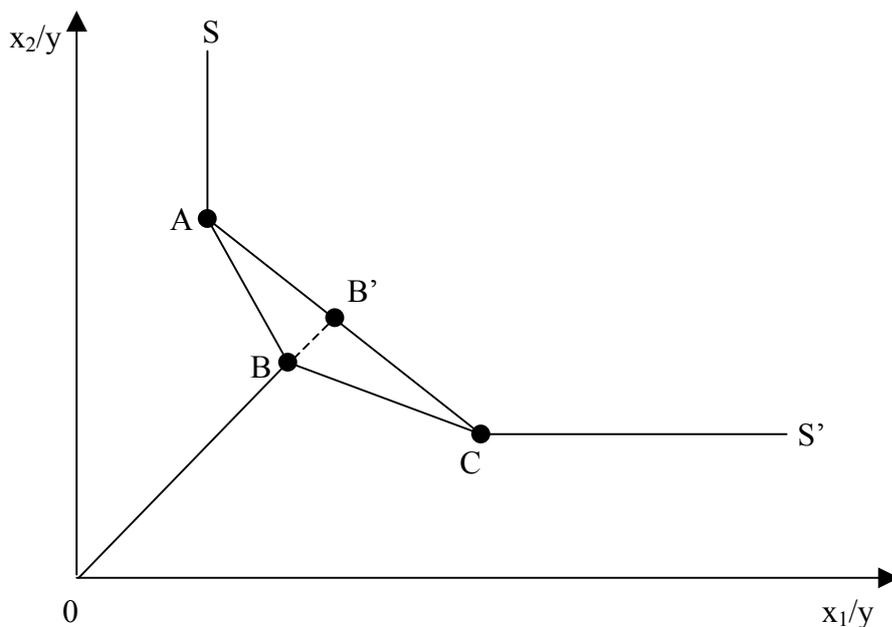


Figura 3: A fronteira eficiente considerando a possibilidade de “super-eficiência”.

Entretanto, caso a DMU B não existisse, a fronteira eficiente seria formada apenas pelas DMUs A e C. Isso significa que B' representa um ponto na fronteira eficiente, ou seja, a DMU B poderia utilizar uma combinação de insumos maior (representada por B') que ainda seria 100% eficiente. Nesse sentido, ao considerar a possibilidade de “super-eficiência”, a medida de eficiência técnica da DMU B seria dada por:

<sup>6</sup> Uma forma alternativa de identificar a existência de impactos diferenciados das variáveis nos grupos de microrregiões consiste na utilização de variáveis *dummies*. Porém, uma vez que as medidas de eficiência são relativas dentro de um determinado grupo, esse procedimento pode levar a resultados que não refletem a realidade. Com isso, optou-se pela estimação de duas equações distintas.

$$ET_B = \frac{OB'}{OB} > 1 \quad (22)$$

Para obter as medidas de eficiência considerando a possibilidade de “super-eficiência” é preciso formular outro conjunto de problemas de programação, semelhante àqueles apresentados nas equações 9 e 10, porém não impondo restrições quanto ao valor final da eficiência. Obviamente os valores das medidas de eficiência para as microrregiões ineficientes não se alteram. O que muda são os valores das microrregiões eficientes, que agora podem ser superiores a um.

Os resultados das equações ajustadas para as microrregiões do Grupo 1 e do Grupo 2 encontram-se nas Tabelas 5 e 6, respectivamente. Ressalta-se que os dados apresentados referem-se ao logaritmo das variáveis.

Tabela 5: Parâmetros estimados para a explicação da eficiência técnica nas microrregiões do Grupo 1.

Variável	Coefficiente estimado	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade
Constante	0,011567	0,876301	0,013199	0,9895
AIHs pagas	-0,122996	0,207949	-0,591473	0,5580
Produção ambulatorial	0,428891	0,082291	5,211910	0,0000
Valor das AIHs pagas	0,189816	0,126120	1,505038	0,1413
Valor da produção ambulatorial	-0,237718	0,059822	-3,973767	0,0003
Número de leitos	-0,058220	0,067817	-0,858484	0,3965
Recursos humanos	-0,540233	0,133702	-4,040582	0,0003

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 6: Parâmetros estimados para a explicação da eficiência técnica nas microrregiões do Grupo 2.

Variável	Coefficiente estimado	Erro padrão	Estatística t	Probabilidade
Constante	4,471632	1,956757	2,285226	0,0354
AIHs pagas	0,963425	0,410928	2,344510	0,0315
Produção ambulatorial	0,406023	0,219842	1,846884	0,0822
Valor das AIHs pagas	-0,340063	0,285594	-1,190723	0,2501
Valor da produção ambulatorial	-0,389732	0,111372	-3,499383	0,0027
Número de leitos	-0,354379	0,076464	-4,634605	0,0002
Recursos humanos	-0,124421	0,132495	-0,939067	0,3608

Fonte: Resultados da Pesquisa.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a equação estimada para as microrregiões do Grupo 1 foi de 0,720629. O valor do intercepto foi 0,011567, porém não significativo a 10%. A estatística “F” foi de 15,04693, significativa a 1%. Além disto, não foi verificado nenhum problema que violasse as pressuposições básicas do modelo.

No Grupo 1, as variáveis AIHs pagas, Valor das AIHs pagas e Número de leitos não foram significativas a 10%, significância essa calculada pelo teste “t”. As demais variáveis Produção ambulatorial, Valor da produção ambulatorial e Recursos humanos foram significativas a 1%.

Para a equação ajustada no Grupo 2, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,843513. O valor do intercepto foi 4,471632, significativo a 1%. A estatística “F” foi de 15,27253, significativa a 1%. Também não foi verificado nenhum problema que violasse as pressuposições básicas do modelo.

No Grupo 2, as variáveis Valor das AIHs pagas e Recursos humanos não foram significativas a 10%. A variável Produção ambulatorial foi significativa a 10%; AIHs pagas a 5%; e Valor da produção ambulatorial e Número de leitos a 1%.

Para facilitar a comparação dos resultados, os dados apresentados na Tabela 7 sintetizam os resultados alcançados nos ajustamentos das duas equações.

Tabela 7: Elasticidades das variáveis sobre a medida de eficiência técnica

Variável	Elasticidades	
	Grupo 1	Grupo 2
AIHs pagas	-	0,963425
Produção ambulatorial	0,428891	0,406023
Valor das AIHs pagas	-	-
Valor da produção ambulatorial	-0,237718	-0,389732
Número de leitos	-	-0,354379
Recursos humanos	-0,540233	-

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Os sinais dos coeficientes estimados foram coerentes com o esperado, ou seja, as variáveis que medem os produtos têm coeficientes positivos e as variáveis que medem os insumos têm coeficientes negativos.

Os coeficientes com sinal positivo indicam que a expansão do produto oferecido à população aumentará a eficiência técnica da alocação dos recursos. Nos coeficientes negativos, a expansão do insumo levará a queda na eficiência. Uma vez que se pretende distribuir melhor os insumos, a interpretação do sinal negativo deve ser feita com cautela. Não se está querendo dizer que é preciso diminuir a quantidade de leitos, recursos humanos e o valor médio dos serviços em todas as regiões para aumentar a eficiência. O sinal negativo indica a necessidade de realocar esses recursos, ou seja, existem regiões onde há excesso de recursos (relativamente a outras), onde a expansão desses recursos não aumentará a eficiência, mas irá reduzi-la.

Observando-se os dados da tabela 7, dois pontos merecem ser destacados: não são as mesmas variáveis que influenciam a eficiência técnica nos grupos de microrregiões e a intensidade da influência de cada variável é diferente entre os grupos.

No Grupo 1, o número de AIHs pagas não influencia o valor da eficiência. Já no Grupo 2, essa variável é a que apresenta maior elasticidade. O aumento de 1% no número de AIHs pagas/habitante nessas regiões faria com que a medida de eficiência crescesse praticamente 1%.

Aliás, no Grupo 2 percebe-se a importância de se aumentar as quantidades de serviços de saúde oferecidos à população. As elasticidades das variáveis de produto são maiores que as elasticidades das variáveis de insumo.

Já no Grupo 1 a situação se inverte. O fato de haver recursos humanos em excesso em algumas microrregiões desse grupo faz com que a elasticidade dessa variável seja a mais relevante. Isso significa que o aumento de pessoal em determinadas regiões não contribuirá para aumentar a eficiência, mas sim piorá-la.

Em síntese, fica claro que as necessidades são diferentes nos Grupos de microrregiões. Além da necessidade de aumentar a quantidade de serviços de saúde oferecidos, é preciso realizar uma política de realocação dos recursos, tanto financeiros quanto humanos, entre as diversas regiões do estado.

## 4. CONCLUSÃO

O presente trabalho objetivou analisar o nível de eficiência na prestação de serviços de saúde pública à população do Estado de Minas Gerais.

Com o objetivo de formular um modelo de alocação ótima de recursos, foi formulado um problema de programação matemática envolvendo a obtenção das medidas de eficiência. Neste problema, buscou-se inserir a questão da equidade construindo índices de disponibilidade relativa no oferecimento dos serviços e no uso dos insumos entre as microrregiões dos dois grupos.

Utilizando-se valores por habitante, verificou-se que todos os indicadores, tanto de disponibilidade de recursos quanto de produtos gerados, são significativamente superiores nas microrregiões do Grupo 1. Maiores diferenças ocorrem nos indicadores de disponibilidade de recursos. O número de pessoas da área de saúde por habitante nas microrregiões do Grupo 1 é 30% maior do que a média do Grupo 2 e o número de leitos hospitalares por habitante é 19% maior. Por outro lado, o número de autorizações de internação hospitalar por habitante nas microrregiões do Grupo 1 é 8% maior e a produção ambulatorial por habitante é apenas 2% maior.

As pequenas diferenças entre os valores *per capita* dos serviços e as grandes diferenças nos valores per capita dos recursos alertam para a necessidade de investimentos diferenciados entre os grupos de microrregiões.

Após calcular as medidas de eficiência verificou-se que existem diferenças significativas nos níveis de eficiência técnica entre as microrregiões dos dois grupos. A existência de ineficiência indica que existe um potencial de aumento na quantidade de atendimento à população das microrregiões mineiras.

É necessário que seja solucionado o problema de ineficiência técnica na prestação de serviços à população, melhorando, assim, o desempenho das microrregiões.

Desta forma, todas as regiões do Estado terão subsídios para alocar de forma ótima seus recursos produtivos e melhorar o desempenho no atendimento à saúde.

Uma forma de tentar melhorar os índices de eficiência é verificar o impacto que as variáveis causam neste índice. Para isso, foram calculadas elasticidades que medem a mudança percentual da eficiência técnica devido a uma mudança percentual em alguma variável explicativa.

Os resultados encontrados indicam que há diferenças significativas na explicação da eficiência técnica dos grupos de microrregiões, ou seja, não são as mesmas variáveis que influenciam a eficiência técnica nos grupos de microrregiões e a intensidade da influência de cada variável é diferente entre os grupos.

Nas microrregiões do Grupo 2, o maior impacto na eficiência é causado pela expansão das variáveis relacionadas aos produtos, principalmente de internações (AIHs). Isso significa que para aumentar a eficiência na alocação dos recursos dessa região do estado é mais eficaz aumentar a oferta de serviços à população.

No Grupo 1, a expansão do número per capita de internações não levará ao aumento da eficiência técnica. Já o aumento da produção ambulatorial exerce impacto significativo na eficiência. Entretanto, o que chama atenção é a magnitude dos coeficientes dos insumos, principalmente dos recursos humanos. Isso significa que o aumento de pessoal em determinadas microrregiões desse grupo não contribuirá para aumentar a eficiência, mas sim piorá-la.

A identificação dos impactos diferenciados das variáveis explicativas no nível de eficiência dos grupos de microrregiões reforça a necessidade de políticas diferenciadas entre as regiões do estado, promovendo a realocação espacial dos recursos e serviços.

É preciso também identificar até quando há a necessidade de separar as microrregiões em grupos homogêneos. A idéia de separar as microrregiões levou em consideração a existência de diferenças estruturais iniciais de cada grupo de microrregiões, ou seja, a proposta buscou um nivelamento inicial das microrregiões dentro de cada grupo. Entretanto, o objetivo final é atingir o mesmo nível de eficiência nos serviços de saúde em todo o Estado. Em outras palavras, eliminando as disparidades iniciais dentro dos grupos, pode-se executar o modelo sem a necessidade de separar as microrregiões em grupos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANKER, R.D., CHARNES, H., COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L.M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. 513p.
- COELLI, T.J. Recent developments in frontier modelling and efficiency measurement. **Australian Journal of Agricultural Economics**, v. 39, n. 3, p. 219-245, 1995.
- COELLI, T.J.; RAO, P.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1998. 275p.
- COOPER, W.W.; SEIFORD, L.M.; TONE, K. **Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver software**. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2000. 318 p.
- FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. **Production frontiers**. Cambridge: Cambridge University, 1994. 295 p.
- FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 120, p. 252-290, 1957.
- GOMES, A.P. BAPTISTA, A.J.M.S. Análise envoltória de dados: conceitos e modelos básicos. IN: SANTOS, M.L., VIEIRA, W.C. (Eds) **Métodos Quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004. P. 121-160.
- LINS, M.P.E.; MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de apoio à tomada de decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232p.
- MENDES, E.V. (2001) **Os grandes dilemas do SUS: Tomos I e II**. Salvador, BA: Casa da Qualidade Editora, Saúde Coletiva, nº 4.
- RIBEIRO, J.M. e COSTA, N.R. (1999) **Consórcios Municipais no SUS**. Texto para Discussão no 669. Brasília, IPEA. Acesso em: 22/11/2004. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/pub/td/td\\_99/td\\_669.pdf](http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_99/td_669.pdf)>.
- SANTOS, C.M. e GOMES, A.P. Identificação de regiões homogêneas no oferecimento de serviço de saúde pública em Minas Gerais. **Revista Bahia Análise & Dados – Economia da Saúde**. Salvador. V. 16 nº 2 – jul/set. 2006.
- TORRESAN, L. **Sustentabilidade e desempenho produtivo na agricultura - Uma abordagem multidimensional aplicada a Empresas Agrícolas**. Florianópolis: UFSC, 1998. Tese (Dourado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

Tabela 1A: Contribuição das microrregiões do Grupo 1 na formação dos índices de disponibilidade relativa

Microrregião	Produtos			Insumos		
	AIH pagas	Produção ambulatorial	Valor das AIH pagas	Valor da produção ambulatorial	Leitos	Recursos humanos
Unai	1,7224	1,2322	1,1728	2,0011	1,8379	1,8267
Paracatu	1,6182	1,8084	1,0232	0,9744	0,8332	1,2281
Ituiutaba	2,6696	3,5853	2,1687	2,9517	3,0498	2,4200
Uberlândia	2,2544	2,8952	3,7352	4,1387	1,3186	2,6634
Patrocínio	2,3150	2,7302	1,7664	1,3171	1,9906	2,0998
Patos de Minas	2,5563	3,0759	2,5776	2,7493	1,9234	2,1686
Frutal	1,9099	1,7933	1,2626	0,6912	1,3310	2,3759
Uberaba	3,0843	3,0599	4,9085	5,9095	3,1201	3,1258
Araxá	2,3590	1,8720	2,1493	1,5734	2,4095	2,1583
Três Marias	1,9108	2,5122	1,1153	0,5504	1,4903	1,9998
Bom Despacho	2,0526	2,2070	1,3753	1,0886	2,4504	1,7332
Sete Lagoas	2,1657	2,2138	1,7335	2,0492	1,5279	2,2506
Pará de Minas	2,6679	1,9186	2,3725	1,7854	1,4283	2,2806
Belo Horizonte	2,3677	3,3115	3,7404	4,4800	2,4069	3,5990
Itabira	2,0118	2,4831	1,4504	2,2008	1,8722	2,3178
Itaguara	1,0789	2,8304	0,6890	0,5146	1,4750	2,1149
Ouro Preto	1,6922	2,0962	1,1189	1,3856	1,3869	2,5536
Cons. Lafaiete	2,3545	2,2041	1,6940	2,2100	1,6126	2,2900
Aimorés	1,9409	1,7038	1,3601	0,7967	2,6080	1,7324
Piui	3,2450	2,6843	3,7596	1,7948	2,4003	2,5219
Divinópolis	2,3684	3,0637	3,0743	4,0693	1,3530	2,2384
Formiga	1,9070	2,3090	1,2714	1,7622	1,7014	1,8446
Campo Belo	1,7611	2,8411	1,2295	1,3942	1,5966	1,9180
Oliveira	2,1085	2,2127	1,4770	0,9484	2,4025	1,9438
Passos	3,2913	3,1405	3,9307	3,7012	2,6667	2,5842
São Seb. Paraíso	2,8389	2,1119	2,7040	2,2303	3,0961	1,9594

Continua...

Continuação.

Microrregião	Produtos		Insumos			
	AIH pagas	Produção ambulatorial	Valor das AIH pagas	Valor da produção ambulatorial	Leitos	Recursos humanos
Alfenas	2,9745	2,4878	3,4714	3,8941	2,8288	2,8531
Varginha	2,5559	2,1823	2,7716	3,8980	1,9759	2,3910
Poços de Caldas	2,4160	1,6613	2,3327	1,9853	2,6022	2,7206
Pouso Alegre	2,1686	1,9090	2,4968	2,6469	1,5563	2,4693
Santa Rita Sapucaí	1,4412	1,1323	1,0197	0,5443	1,9932	1,4784
São Lourenço	2,2815	2,5591	1,9577	2,3456	2,3838	2,6239
Andrelândia	1,9879	1,8984	1,3616	0,6861	3,5605	2,1228
Itajubá	2,5869	1,4705	2,1992	1,7913	3,1082	2,9018
Lavras	2,6816	1,6724	2,9154	2,4185	2,9785	2,6011
São João Del Rei	2,1794	2,5451	2,0445	2,5966	2,2218	2,6088
Barbacena	4,0111	3,1025	5,1647	3,8627	7,3740	3,5123
Manhuaçu	2,2675	2,1423	1,7314	2,3436	1,5109	2,0797
Muriae	3,1263	2,7371	4,3245	4,7665	3,0921	2,4817
Ubá	3,3720	2,9659	4,1529	3,1531	3,9083	2,5536
Juiz de Fora	2,9321	2,3917	4,5929	4,0976	3,5430	3,9876
Cataguases	2,7650	3,2458	2,6028	3,7018	4,0733	2,6658
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Tabela 2A: Contribuição das microrregiões do Grupo 2 na formação dos índices de disponibilidade relativa

Microrregião	Produtos			Insumos		
	AIH pagas	Produção ambulatorial	Valor das AIH pagas	Valor da produção ambulatorial	Leitos	Recursos humanos
Januária	2,8322	4,2422	2,1991	3,0653	1,9259	2,3007
Janatuba	3,5896	4,6005	3,2888	3,5723	2,0779	1,8289
Salinas	3,4278	4,3889	2,8285	2,4917	3,3155	3,4799
Pirapora	3,3933	4,2313	2,6737	2,3784	2,2706	3,9936
Montes Claros	6,9374	5,9502	11,5051	10,6590	4,2918	6,7074
Grão Mogol	2,5429	4,2591	2,1244	1,4831	1,4418	4,0792
Bocaiúva	3,4306	4,4351	2,6926	2,7448	0,8484	4,0648
Diamantina	5,1961	5,5901	5,0181	8,8351	5,9091	4,8316
Capelinha	3,7887	2,8979	3,3210	2,0567	3,3371	2,7364
Araçuaí	3,8273	2,5160	2,9974	2,2186	3,2700	2,6485
Pedra Azul	5,2057	4,3256	4,3609	3,2267	3,9578	3,1144
Almenara	4,1214	3,2712	3,4835	2,7856	5,2486	3,5217
Teófilo Otoni	6,3977	4,4196	7,3876	8,3839	6,0455	5,0208
Nanuque	3,4191	3,8204	2,9198	2,1236	4,5083	3,9950
Curvelo	4,3850	5,5101	3,9774	4,5767	3,6690	4,9997
Conc. M. Dentro	3,4415	3,3313	2,6246	1,7746	5,7767	4,1283
Guanhães	4,3191	4,0959	3,7694	3,3287	5,6736	5,2915
Peçanha	3,8597	3,2684	3,3679	1,5100	3,3686	2,9463
Gov. Valadares	4,2059	4,7789	5,2515	8,9191	4,5197	5,3345
Mantena	4,9961	3,5292	4,6797	2,4215	13,5778	4,9035
Ipatinga	4,8257	3,8048	6,4748	5,9724	3,2414	5,5417
Caratinga	3,1858	4,4648	2,9152	4,6456	2,4255	4,2993
Ponte Nova	5,2523	4,7578	6,8518	7,3182	5,6046	6,1091
Viçosa	3,4193	3,5107	3,2873	3,5084	3,6947	4,1232
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Resultados da Pesquisa.