

## Determinantes da Eficiência Relativa da Gestão Pública da Saúde

do Nascimento, Érica Suélen; de Melo Carvalho, Francisval; Carvalho de Benedicto, Gideon; Willer do Prado, José

Determinantes da Eficiência Relativa da Gestão Pública da Saúde

Administração Pública e Gestão Social, vol. 15, núm. 2, 2023

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351574729003>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

## Determinantes da Eficiência Relativa da Gestão Pública da Saúde

Relative Efficiency of Public Health Management and Its Determinants

Determinantes de la Eficiencia Relativa de la Gestión en Salud Pública

Érica Suélen do Nascimento  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
ericasn@gmail.com

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=351574729003>

Francisval de Melo Carvalho  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
francarv@ufla.br

Gideon Carvalho de Benedicto  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
gideon.benedicto@gmail.com

José Willer do Prado  
Universidade Federal de Lavras, Brasil  
jwprado@gmail.com

Recepción: 28 Marzo 2022  
Aprobación: 03 Septiembre 2022  
Publicación: 21 Abril 2023

### RESUMO:

**Objetivo da pesquisa:** Identificar fatores determinantes da eficiência nas microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais.

**Enquadramento Teórico:** A eficiência é um pressuposto da teoria *New Public Management*. Para a saúde pública a eficiência refere-se em otimizar os recursos de modo que se possa garantir a assistência a toda a população. As características locais podem determinar uma melhor alocação de recursos, impactar na eficiência e no bem-estar da população.

**Metodologia:** Por meio da regressão Tobit verificou-se o impacto da renda, escolaridade, envelhecimento e crescimento populacional na eficiência relativa da saúde pública das microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. A eficiência relativa da saúde foi obtida por meio da Análise por Envoltória de Dados - DEA.

**Resultados:** O índice de envelhecimento e a densidade populacional apresentou impacto negativo na eficiência relativa da saúde. O PIB *per capita* apresentou impacto positivo sobre a eficiência.

**Originalidade:** A análise da eficiência na saúde pública limitada aos fatores controlados pelo próprio sistema pode comprometer a geração de justiça social. As características locais podem determinar uma melhor alocação de recursos e impactar diretamente na eficiência da saúde pública.

**Contribuições teóricas e práticas:** O estudo aborda sobre a geração de justiça social, não somente da saúde pública, mas também relacionadas aos aspectos socioeconômicos. Os fatores contextuais devem fazer parte das políticas públicas de saúde para que se possa garantir a universalidade, a integralidade e a igualdade da saúde pública.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saúde Pública, Eficiência Relativa, Regressão Tobit.

### ABSTRACT:

**Research objective:** To identify determinants of efficiency in the health micro-regions of the State of Minas Gerais.

**Theoretical framework:** Efficiency is an assumption of the New Public Management theory. For public health, efficiency refers to optimizing resources so that assistance can be guaranteed to the entire population. Local characteristics can determine a better allocation of resources, impacting the efficiency and well-being of the population.

**Methodology:** Through Tobit regression, the impact of income, schooling, aging and population growth on the relative efficiency of public health in the health microregions of the State of Minas Gerais was verified. The relative efficiency of health was obtained through Data Envelopment Analysis - DEA.

**Results:** The aging index and population density had a negative impact on the relative efficiency of health. GDP per capita had a positive impact on efficiency.

**Originality:** The analysis of efficiency in public health limited to factors controlled by the system itself can compromise the generation of social justice. Local characteristics can determine a better allocation of resources and directly impact public health efficiency.

**Theoretical and practical contributions:** The study addresses the generation of social justice, not only in public health, but also related to socioeconomic aspects. Contextual factors must be part of public health policies in order to guarantee universality, integrality and equality in public health.

**KEYWORDS:** Public Health, Relative Efficiency, Tobit Regression.

## RESUMEN:

**Objetivo de la investigación:** Identificar los determinantes de la eficiencia en las microrregiones de salud del Estado de Minas Gerais.

**Aportación teórica:** La eficiencia es un supuesto de la teoría de la Nueva Gestión Pública. Para la salud pública, la eficiencia se refiere a la optimización de los recursos para que se pueda garantizar la asistencia a toda la población. Las características locales pueden determinar una mejor asignación de recursos, impactando en la eficiencia y el bienestar de la población.

**Metodología:** A través de la regresión Tobit, se verificó el impacto de la renta, la escolaridad, el envejecimiento y el crecimiento de la población sobre la eficiencia relativa de la salud pública en las microrregiones de salud del Estado de Minas Gerais. La eficiencia relativa de la salud se obtuvo a través del Análisis Envoltante de Datos - DEA.

**Resultados:** El índice de envejecimiento y la densidad poblacional incidieron negativamente en la eficiencia relativa de la salud. El PIB per cápita tuvo un impacto positivo en la eficiencia.

**Originalidad:** El análisis de la eficiencia en salud pública limitado a factores controlados por el propio sistema puede comprometer la generación de justicia social. Las características locales pueden determinar una mejor asignación de recursos e impactar directamente en la eficiencia de la salud pública.

**Contribuciones teóricas y prácticas:** El estudio aborda la generación de justicia social, no solo en la salud pública, sino también en aspectos socioeconómicos. Los factores contextuales deben formar parte de las políticas públicas de salud para garantizar la universalidad, integralidad e igualdad en la salud pública.

**PALABRAS CLAVE:** Salud Pública, Eficiencia Relativa, Regresión Tobit.

## 1 INTRODUÇÃO

As políticas públicas de saúde vivenciaram por diversas vezes restrições orçamentárias que impactaram na sua forma de gestão. O período após a crise de 1929 impulsionou o programa de industrialização, onde menos recursos foram disponibilizados para as políticas sociais. O descaso com as políticas sociais no período ditatorial (1964-1985) foi caracterizado com a priorização da medicina curativa, diminuição do crescimento econômico ocasionando a diminuição das receitas previdenciárias, desvios de verbas do sistema previdenciário para outros setores e não cumprimento pela parcela da União no financiamento tripartite. Em 1994 com o crescimento do sistema previdenciário os valores recolhidos da previdência social deixaram de ser repassados para a saúde (Polignano, 2005). Em 1996 foi criada a CPMF (Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira), que seria destinada somente para a saúde, mas os valores arrecadados foram utilizados por diversas vezes para suprir os déficits do governo federal. Em 1999 parte da arrecadação da CPMF passou a ser destinada para a erradicação da pobreza, sendo a contribuição extinta em 2007. Em 2016, por meio da Emenda Constitucional nº 95 (2016) é instituído novo regime fiscal para o Orçamento Fiscal e de Seguridade Social da União, que vigorará por 20 exercícios financeiros.

Neste contexto, a otimização dos recursos limitados pode acontecer por meio da discussão da eficiência. A eficiência aborda sobre a utilização dos recursos na produção de serviços, ou seja, a relação entre o real e combinação ideal de insumos usados para garantir o objetivo da política pública (Worthington & Dollery, 2008). Para a saúde pública a relação entre insumo-produto deve ser vista como a relação entre o custo e os impactos dos serviços sobre a saúde da população (Kaveski, Degenhart, Vogt, & Hein, 2015).

Os fatores exógenos, como condições socioeconômicas, podem impactar na gestão e eficiência dos recursos públicos. Conforme Hadad, Hadad e Simon-Tuval (2013) os sistemas de saúde são eficientes quando a avaliação de produção de saúde depende de insumos controlados pelo próprio sistema. Porém, quando a avaliação se baseia em contribuições fora do controle do sistema de atendimento, a eficiência pode ficar comprometida. Assim, os contextos e características locais podem interferir diretamente na eficiência da saúde pública.

A utilização dos recursos da saúde pública deve ser capaz de propiciar maior justiça social, ou seja, pode tornar um país mais justo, tendo importante papel para a redução das desigualdades sociais e econômicas (Santos, 2015). As funções fiscais do Estado podem ser o caminho para gerar justiça social. As funções fiscais distributivas e estabilizadoras, mesmo executadas em âmbito federal, precisam ser capazes de agir diretamente nos níveis de saúde da população. Por meio de políticas de redistribuição de renda, mais recursos podem ser destinados para a saúde de um determinado grupo ou determinada localidade, visando atingir a equidade com o propósito de redução das diferenças no estado de saúde da população, na garantia de oportunidades e recursos igualitários. A estabilização da moeda e a garantia de emprego permitem o acesso direto aos indivíduos a melhores condições de alimentação, moradia, saneamento básico, educação, atividade física, sendo capaz, de impactar diretamente em melhores condições de vida e conseqüentemente na saúde do indivíduo.

Neste contexto, o objetivo deste artigo é identificar fatores determinantes da eficiência nas microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. A análise da eficiência de aplicação de recursos na saúde pública limitada aos fatores controlados pelo próprio sistema pode comprometer a geração de justiça social. As características locais podem determinar uma melhor alocação de recursos e impactar diretamente na eficiência da saúde pública e no bem-estar da população. Assim, este estudo pode contribuir para a discussão de geração de maior justiça social, por meio de políticas públicas não somente as voltadas para a saúde, mas também relacionadas aos aspectos socioeconômicos capazes de melhorar as condições de vida da população e conseqüentemente a saúde dos indivíduos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A eficiência é um pressuposto da teoria *New Public Management* necessária a administração pública diante da própria evolução da sociedade. Diante do crescimento da demanda de serviços públicos e das restrições orçamentária a eficiência se mostra como o caminho para a geração do bem-estar social. Para a saúde pública a eficiência refere-se em otimizar os recursos de modo que se possa garantir o acesso integral, universal e igual a toda a população.

Para que se possa garantir a universalidade, a integralidade e a igualdade da assistência, o sistema de saúde brasileiro tem como base a descentralização, a regionalização e a formação de redes de atenção à saúde. Com a descentralização o município passa a ser o responsável imediato pelo atendimento das necessidades e demandas de saúde (Sousa & Stosic, 2005). Porém, nem todos os municípios conseguem ofertar serviços de saúde com maior complexidade e que demandam mais tecnologia e especialização. Assim, a regionalização é mediada pelo Estado com o propósito de colaboração dos municípios para suprir possíveis necessidades de saúde da população que um determinado município não seja capaz de atender.

O propósito da formação das regiões de saúde é constituir um dos pilares para estruturação e descentralização dos sistemas de cogestão e organização dos serviços de saúde em redes. Dessa forma, o que se espera é o alcance de objetivos de que uma região seja o mesmo das demais regiões (Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais [SES-MG], 2011). As Redes de Atenção à Saúde buscam avançar em relação à fragmentação da atenção e gestão das regiões de saúde, garantindo o acesso à saúde com efetividade e eficiência (Portaria 4.279, 2010). A estruturação das redes de atenção à saúde deve se basear na “economia de escala,

disponibilidade de recursos, qualidade e acesso; integração horizontal e vertical; processos de substituição; territórios sanitários; e níveis de atenção” (Mendes, 2011, p. 71), visando a otimização dos recursos públicos.

Para garantir o atendimento das demandas da população a organização do Estado tem como base o federalismo fiscal, ou seja, o “uso de instrumentos fiscais para (1) assegurar ajustamentos na alocação de recursos, (2) conseguir ajustamentos na distribuição de renda e da riqueza e (3) garantir a estabilização econômica” (Musgrave, 1973, p. 25). Nesse contexto, são as chamadas funções fiscais do orçamento público: alocativa, distributiva e estabilizadora. As funções fiscais do Estado podem propiciar justiça social. A saúde pública possibilita a propriedade distributiva do gasto social (Santos, 2015). Assim, os gastos com saúde são progressivos quando se diminui o nível de renda (Santos, 2015).

Uma das contribuições seminais para a conceituação de eficiência é a Lei de Pareto que estabeleceu as bases da economia do bem-estar relacionada a políticas públicas, passando a considerar que sobre a equidade devem-se admitir as variáveis exógenas ou não discricionárias (Ferreira & Gomes, 2012). Os fatores socioeconômicos e de estilo de vida influenciam no resultado das ações e serviços públicos de saúde (Spinks & Hollingsworth, 2009). A legislação do Sistema Único de Saúde (SUS) é clara ao estabelecer o conceito ampliado de saúde. A saúde pública não deve se restringir aos cuidados de doenças, mas deve considerar outros fatores como alimentação, a moradia, o saneamento básico, o meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, a atividade física, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais (Lei 8.080, 1990).

Hadad et al. (2013) utilizou dois modelos para analisar a eficiência da saúde do grupo de países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O primeiro considerou as variáveis de entrada no controle discricionário (densidade de médicos, densidade de leito de internação e despesa com saúde *per capita*). Já o segundo modelo considerou variáveis de entrada, além do controle discricionário (PIB *per capita* e consumo de frutas e vegetais *per capita*). Os resultados indicaram que várias economias grandes e estáveis eram eficientes no primeiro modelo e não no segundo, quando o governo não tinha controle sobre as variáveis.

Correia e Silva (2017) encontraram que as variáveis relacionadas a características locais (densidade demográfica, área territorial, proporção de idosos na população, taxa de analfabetismo e grau de urbanização) dos Estados brasileiros podem impactar na eficiência das políticas públicas de saúde. Faria, Jannuzzi e Silva (2008) ao analisar a eficiência da saúde e educação dos municípios do Estado do Rio de Janeiro utilizaram a variável exógena renda, com o objetivo de relativizar os efeitos de um padrão médio mais elevado de renda que poderia ter sobre os *outputs* independentemente do nível de gasto público alocado.

É importante correlacionar a eficiência com fatores contextuais. Os fatores contextuais referem-se nesse caso as variáveis que não estão sobre o controle dos gestores públicos. Ou seja, as características locais, sendo as mais recorrentes as relacionadas a renda (PIB) e escolaridade conforme utilizadas nos estudos de Afonso e Aubyn (2011), Buljan, Deskar-Skrbic e Simovic (2019), Castaldo, Antonelli, Bonis e Marini (2020) e Samut e Cafri (2016). O Quadro 1 mostra uma síntese de estudos que analisaram o impacto de variáveis relacionadas aos fatores contextuais na eficiência da Saúde Pública. Os estudos apontados no Quadro 1 utilizaram como técnica de análise de dados a regressão Tobit e como variável dependente a eficiência relativa da Saúde Pública obtida por meio da Análise por Envoltória de Dados (DEA).

Quadro 1: Síntese de Estudos sobre Determinantes da Eficiência da Saúde Pública

Autores	Variáveis Independentes	Objeto	Resultado
Afonso e Aubyn (2011)	PIB, escolaridade, obesidade, tabagismo.	Países da OCDE	O PIB <i>per capita</i> , o nível educacional, consumo de tabaco e a obesidade são significativamente relacionados à eficiência. Um país mais rico, medidas de prevenção e promoção são condições importantes para um melhor desempenho de saúde.
Samut e Cafri (2016)	PIB, Despesa Pública com saúde, educação, hospital público, hospital privado, expectativa de vida.	Países da OCDE	Há uma relação positiva entre o PIB e eficiência, países com população mais instruída e rica têm sistemas de saúde mais eficientes. Foi encontrada uma relação negativa e significativa entre gastos com saúde e eficiência. A alta taxa de população idosa afeta negativamente a eficiência como resultado de um aumento dos custos.
Prieto e Guerra (2018)	População, faixa etária, densidade, estabelecimento de saúde, recursos próprios aplicados.	Municípios brasileiros	A densidade populacional foi fator explicativo para o pior desempenho. O número de habitantes na zona rural e elevada população jovem geram complexidade para o alcance de melhores resultados. O percentual de recursos aplicados à função saúde foi <i>significante</i> .
Silva e Queiroz (2018)	Idade e escolaridade do prefeito, coligação partidária, densidade populacional, IDH, GINI, proporção de pobres.	Municípios do Estado do Rio Grande do Norte	As características do prefeito, de seu partido e do próprio município afetam o desempenho da gestão dos recursos. Os maiores municípios mostraram os piores resultados na qualidade da saúde, porém são centros polarizadores e recebem maiores demandas de atendimentos à população local e de outros municípios vizinhos.
Gong, Chen, Gao, Su, e Chang (2019)	Despesas com saúde, matrículas no ensino médio, número de hospitais públicos, PIB <i>per capita</i> , gastos com pessoal, número de hospitais privados.	30 províncias da China	As despesas regionais e governamentais afetam a eficiência positivamente. O número de matrículas no ensino médio, os gastos sociais em saúde, o número de hospitais públicos afeta a eficiência negativamente. O PIB <i>per capita</i> , os gastos com pessoal e o número de hospitais privados não foram estatisticamente <i>significantes</i> . A eficiência nas províncias com baixa escolaridade foi superior aos daquelas com educação de alto nível. Nas províncias com população mais instruída foram alocados mais recursos.
Buljan, et al. (2019)	PIB, população com mais de 65 anos e parcela da população com ensino superior.	Países do leste e sudeste europeu	O PIB <i>per capita</i> tem efeito positivo na eficiência no setor de saúde. A crescente parcela da população idosa reduz a eficiência por serem usuários mais frequentes de serviços de saúde. Um nível superior de educação tem um efeito positivo na eficiência.
Castaldo et al., (2020)	PIB, temperatura, cobertura vacinal, tabagismo, obesidade	Países da OCDE	A regressão mostrou que o PIB <i>per capita</i> , a cobertura vacinal e o consumo de tabaco são <i>significativos</i> . A temperatura está positivamente correlacionada com a eficiência. Os fatores de estilo de vida e o cuidado preventivo é relevante para política estrutural.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

O objeto desse estudo são as 77 microrregiões de saúde mineiras com base no Plano Diretor de Regionalização do Estado de Minas Gerais (SES-MG, 2011) vigente ao período de análise, que é 2015, 2016, 2017 e 2018. A utilização de microrregiões se justifica pelo fato de que elas possuem níveis de atenção de saúde capazes de garantir a assistência à saúde conforme as demandas da população. Com as características do SUS, nem todos os procedimentos de saúde podem ser realizados em cada jurisdição devido à escala de produção. Assim, as entidades federativas têm diferentes capacidades relacionadas à produção em saúde, o que cria a necessidade de transferir recursos e pacientes entre as jurisdições, para que as necessidades da população sejam atendidas em todos os níveis de complexidade dos procedimentos (Varela, Martins, & Fávero, 2009).

O desenvolvimento do trabalho ocorreu por meio dos seguintes procedimentos de investigação: a) geração de escores de eficiência por meio da Análise por Envoltória de Dados (DEA) e b) identificação dos fatores determinantes da eficiência por meio da regressão Tobit.

### 3.1 Geração dos Escores de Eficiência por meio da Análise por Envoltória de Dados

A Análise por Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) é uma técnica não paramétrica utilizada para estimar a eficiência relativa por meio de programação linear, tratando da relação entre os *inputs* (insumos, recursos) e os *outputs* (produtos, resultados), mostrando assim o valor da eficiência para cada Unidade Tomadora de Decisão (*Decision Making Unit* – DMU).

O modelo DEA mais adequado a este estudo, com base em Ferreira e Gomes (2012), é o BCC (Banker et al., 1984), pois as microrregiões de saúde (unidades tomadoras de decisão) possuem diferentes proporções relacionadas à dimensão territorial, população, nível de pobreza, renda, escolaridade, condições de saúde pública, dentre outras características. Assim, possuem diferentes retornos de escala. A orientação mais adequada ao modelo deste estudo é a *output*, pois trata-se de maximizar o produto sem diminuir os insumos, uma vez que, refere-se a políticas públicas e constituem recursos limitados.

O modelo DEA mais adequado a este estudo, com base em Ferreira e Gomes (2012), é o BCC (Banker et al., 1984), pois as microrregiões de saúde (unidades tomadoras de decisão) possuem diferentes proporções relacionadas à dimensão territorial, população, nível de pobreza, renda, escolaridade, condições de saúde pública, dentre outras características. Assim, possuem diferentes retornos de escala. A orientação mais adequada ao modelo deste estudo é a *output*, pois trata-se de maximizar o produto sem diminuir os insumos, uma vez que, refere-se a políticas públicas e constituem recursos limitados.

O modelo de eficiência deste estudo a ser estimado para cada uma das 77 microrregiões de saúde, por meio da DEA, pode ser representado pela equação 1. Com base em Banker et al. (1984), o objetivo do modelo orientado a *output* é maximizar o inverso da eficiência ( $\eta$ ) somado com as folgas dos *outputs* ( $s_i^m$ ) e as folgas dos *inputs* ( $s_i^m$ ). Para cada variável do modelo DEA é gerada uma restrição, que corresponde aos ajustes necessários para que cada DMU possa chegar à eficiência. As restrições relativas aos *inputs* correspondem ao somatório do *input* em questão ( $x_{jk}$ ) multiplicado pela contribuição da DMU para a eficiência ( $\lambda_k$ ) mais a folga daquele *input* ( $s_i^m$ ) deve ser igual ao *input* ideal, ou seja, o valor projetado na fronteira ( $x_{j0}$ ).

Já as restrições relativas aos *outputs* referem-se ao somatório do *output* em questão ( $y_{ik}$ ) multiplicado pela contribuição da DMU para a eficiência ( $\lambda_k$ ) menos a folga daquele *output* ( $s_i^m$ ) deve ser igual ao valor do *output* ideal, ou seja, o valor projetado na fronteira ( $\eta \cdot y_{i0}$ ). A restrição de convexidade ( $\sum_{k=1}^z \lambda_k = 1$ ), mostra que o somatório dos pesos (contribuição da DMU k para eficiência) dos *inputs* ou *outputs* deve ser igual a 1. E a última restrição esclarece que o inverso da eficiência ( $\eta$ ) e a contribuição da DMU k ( $\lambda_k$ ) deve ser maior ou igual a 0.

	$\text{Max } \eta + \varepsilon^n \left( \sum_{i=1}^n s_i^n + \sum_{i=1}^n s_j^n \right)$	
Sujeito a:	$\sum_{k=1}^z x_{jk} \cdot \lambda_k + s_j^n = x_{j0}$ $\sum_{k=1}^z y_{ik} \cdot \lambda_k - s_i^n = \eta \cdot y_{i0}$ $\sum_{k=1}^z \lambda_k = 1$ $\eta, \lambda_k \geq 0$	(1)

A composição das variáveis utilizadas no modelo DEA baseou-se em outros estudos realizados sobre avaliação da eficiência da saúde pública e na disponibilidade de informações. As variáveis utilizadas na DEA, a descrição e a fonte de dados são apresentadas no Quadro 2. Como *input* utilizou-se a despesa liquidada por subfunção *per capita* e a Cobertura da Atenção Básica das microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. Como *output* utilizou-se a Taxa de Mortalidade Infantil e a Taxa de Mortalidade Prematura das microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. A análise da eficiência relativa englobou o período de 2015, 2016, 2017 e 2018.

Quadro 2: Síntese das Variáveis para Análise de Eficiência Relativa por meio da DEA

	Variável	Descrição	Fonte de Dados
Produto ( <i>output</i> )	Taxa de Mortalidade Infantil (TMI)	Razão entre o número de óbitos de menores de um ano de idade residentes pelo número de nascidos vivos de mães residentes multiplicado por 1.000.	Tabulador Genérico TABNET do Departamento de Informática do SUS-DATASUS (Ministério da Saúde, 2020a)
	Taxa de Mortalidade Prematura (TMP)	Razão entre o número de óbitos de 30 a 69 anos por doenças crônicas não transmissíveis pela população residente de 30 a 69 anos multiplicado por 100.000	Índice Mineiro de Responsabilidade Social (Fundação João Pinheiro, 2020)
Insumo ( <i>input</i> )	Despesa Atenção Básica (AB)	Valor liquidado <i>per capita</i> da microrregião referente as ações e serviços da atenção básica.	Sistema de Informação sobre Orçamentos Públicos em Saúde. (Ministério da Saúde, 2020b)
	Despesa Assistência Hospitalar e Ambulatorial (AHA)	Valor liquidado <i>per capita</i> da microrregião referente as ações e serviços da assistência hospitalar e ambulatorial	
	Outras Despesas (OUTDESP)	Valor liquidado <i>per capita</i> da microrregião referente as ações e serviços do Suporte Profilático e Terapêutico, Vigilância Sanitária, Vigilância Epidemiológica, Alimentação e Nutrição.	
	Cobertura da Atenção Básica (CobAB)	Percentual da população coberta por equipes da Estratégia Saúde da Família e por equipes de Atenção Básica equivalentes e parametrizadas em relação à estimativa populacional.	Informação e Gestão da Atenção Básica (Ministério da Saúde, 2020c)

### 3.2 Análise de Regressão Tobit

Visando identificar os fatores socioeconômicos que impactam na eficiência da saúde pública das microrregiões de saúde mineiras utilizou-se o modelo econométrico Tobit com dados em painel. As variáveis independentes utilizadas no modelo são apresentas no Quadro 3. As variáveis independentes representadas pelo índice de envelhecimento, densidade populacional, PIB *per capita* e percentual de pessoas que não sabem ler e escrever foram coletadas no site do IMRS (Fundação João Pinheiro, 2020), relativas aos anos 2015,

2016, 2017 e 2018. Já a variável dependente eficiência relativa da saúde pública foi obtida por meio da DEA, conforme exposto no item 3.1.

Quadro 3: Síntese das Variáveis Independentes para o Modelo Econométrico Tobit

Variável	Cálculo	Referências	Fonte de Dados	Sinal Esperado
Percentual de Pessoas que não sabem ler e escrever	Razão entre as pessoas de 15 anos ou mais de idade que não sabem ler e escrever e a população nessa faixa etária inscritas no Cadastro Único, multiplicado por 100.	Spinks e Hollingsworth (2009); Correia e Silva (2017); Faria et al. (2008); Afonso e Aubyn (2011); Samut e Cafri (2016); Gong et al. (2019).	Índice Mineiro de Responsabilidade Social (Fundação João Pinheiro, 2020)	(-)
PIB <i>per capita</i>	Produto Interno Bruto total da microrregião no ano dividido pela sua população total, em reais correntes.	Afonso e Aubyn (2011); Buljan et al. (2019); Castaldo et al. (2020); Samut e Cafri (2016); Hadad et al. (2013).		(+)
Índice de envelhecimento	Número de pessoas residentes de 65 anos ou mais anos de idade dividido pelo número de pessoas residentes menores de 15 anos de idade, multiplicado por 100.	Correia e Silva (2017); Buljan et al. (2019).		(-)
Densidade População	Razão entre o número de pessoas residentes na microrregião e a sua área total, em habitantes/Km <sup>2</sup> .	Correia e Silva (2017); Sousa e Stosic (2005); Prieto e Guerra (2018); Silva e Queiroz (2018).		(+)

O modelo Tobit foi criado por James Tobin, também conhecido como modelo de regressão censurado ou modelo de regressão com variável dependente limitada (Gujarati & Porter, 2011). Os dados censurados referem-se ao limite inferior ou superior para um número substancial de unidades da variável dependente (Tobin, 1958). Assim, a censura pode ser à direita quando se refere a limite superior e a esquerda se estiver relacionada a limite inferior.

No presente estudo a variável dependente é a eficiência obtida por meio da DEA e o modelo se mostra adequado, uma vez que, os dados são censurados a direita, pois o limite superior é 1, indicando que aquela microrregião é eficiente. O modelo Tobit com dados em painel, conforme Greene (2002) pode ser definido na equação 2.

$$y_{it}^* = x'_{it}\beta + v_i + \varepsilon_{it} \tag{2}$$

Na equação 2 o  $y^*$  representa a variável dependente estimada, o  $x'$  representa as variáveis independentes, o  $\beta$  é o coeficiente estimado, o  $i$  representa o indivíduo e o  $t$  representa o tempo. O termo de erro  $\mu_{it}$  é representado pela soma do efeito aleatório ( $v_i$ ) (indivíduo invariante no tempo) e o erro aleatório idiossincrático variável no tempo ( $\varepsilon_{it}$ ). Assim, o modelo Tobit deste estudo pode ser representado pela equação 3. O logaritmo foi utilizado na variável densidade populacional e no PIB *per capita* e para melhor ajuste dos dados ao modelo.

$$ef_{it}^* = \beta_0 + \beta_1 env_{it} + \beta_2 \log \log (denspop)_{it} + \beta_3 + \beta_4 nler_{it} + v_i + \varepsilon_{it} \tag{3}$$

Onde:

ef: eficiência relativa da Saúde Pública, env: índice de envelhecimento, denspop: densidade populacional, pib: produto interno bruto *per capita*, nler: percentual de pessoas que não sabem ler e escrever, i: microrregiões de saúde, t: anos 2015, 2016, 2017 e 2018

A censura da variável dependente é apresentada na Equação 4, adaptada de Greene (2002), em que a eficiência é igual a eficiência estimada se a eficiência estimada for menor que 1 e a eficiência será 1 se a eficiência estimada for maior ou igual a 1.

$$\begin{matrix} ef = ef^* & \text{se } ef^* < 1 \\ ef = 1 & \text{se } ef^* \geq 1 \end{matrix} \quad (4)$$

Para o modelo Tobit com dados em painel o estimador de efeitos fixos só seria efetivo se o tempo para cada indivíduo se aproximasse do infinito, pois devido a censura dos dados, o modelo torna-se tendencioso e inconsistente (Greene, 2002). Dessa forma, a estimativa do modelo Tobit para dados em painel deve acontecer pelo estimador de efeitos aleatórios pelo Método de Máxima Verossimilhança (Wooldridge, 2014).

Conforme Bruno (2004), se os efeitos individuais  $\mu_{it}$  são independentes das variáveis  $x_{it}$ , a estimativa pode acontecer de forma consistente pelo modelo de efeitos aleatórios. Para observações T. pertencentes a probabilidade de contribuição de um indivíduo i, temos a seguinte contribuição de probabilidade (Bruno, 2004), conforme mostra a equação 5.

$$L_i = \int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \prod_{t=1}^{t=T_i} \left[ \frac{1}{\sigma_\varepsilon} \Phi \left( \frac{y_{it} - x'_{it} \beta - v_i}{\sigma_\varepsilon} \right) \right]^{(d_{it})} \left[ \Phi \left( \frac{-x'_{it} \beta - v_i}{\sigma_\varepsilon} \right) \right]^{(1-d_{it})} \right\} f(v_i, \sigma_i) dv_i \quad (5)$$

Na Equação 4, “o  $\Phi(\cdot)$  e o  $\phi(\cdot)$  são, respectivamente, a função de densidade de probabilidade e o cumulativo da função de distribuição normal padrão, e  $f(v_i, \sigma_i)$  é a densidade normal com média  $v_i$  e desvio padrão  $\sigma_i$ ” (Bruno, 2004, p. 2). O  $d_{it}$  igual a 1 mostra as observações não censuradas e o  $d_{it}$  igual a 0 mostra as observações censuradas.

A função de verossimilhança para toda a amostra é o produto da contribuição L. sobre os N indivíduos, assim, a probabilidade logarítmica é demonstrada na Equação 6 (Bruno, 2004).

$$L = \sum_{i=1}^N \ln(L_i) \quad (6)$$

Para as estimativas de máxima verossimilhança, Greene (2002) aponta que o método BHHH é o mais indicado. O método BHHH recebe esse nome por representar os autores Berndt, Hall, Hall e Hausman (1974). Para Greene (2002) o método BHHH oferece a matriz de covariância assintótica, assim, são consistentes e apresentam distribuição normal.

Há três condicionantes para a especificação do modelo Tobit: i) verificar se variáveis não foram erroneamente omitidas do modelo; ii) se a variância dos resíduos é constante (homocedasticidade); e iii) se o erro populacional é independente das variáveis explicativas e é normalmente distribuído (normalidade) (Greene, 2002).

Para a análise de normalidade Greene (2002) e Cameron e Trivedi (2005) propõe o Teste de Wald, que verifica a distribuição normal por meio da comparação da estimativa de máximo verossimilhança e a

estimativa do erro padrão. O modelo Tobit parte do pressuposto de normalidade, assim, se a amostra for pequena, com menos de 100 observações (Gujarati & Porter, 2011; Hair, Anderson, Tatham, & Black, 2005) é essencial realizar o teste, porém em grandes amostras a hipótese de normalidade pode ser relaxada. Este estudo trabalha com o painel de 4 anos e 77 indivíduos. Desse modo, conta com 308 observações, o que permite o relaxamento da hipótese de normalidade.

Os dados em painel fornecem uma fonte muito rica de informações, principalmente para o controle da heterogeneidade individual, mas ainda é pouco explorado para modelos de variáveis dependentes limitadas (Bruno, 2004). Conforme Greene (2002) a censura dos dados pode ser um fator determinante para que ocorra a heterocedasticidade, sendo um sério problema para o modelo, podendo ser testado pelo Multiplicador de Lagrange.

Para este estudo a estimativa do modelo Tobit para dados em painel aconteceu pelo estimador de efeitos aleatórios, Método de Máxima Verossimilhança. Posteriormente, foram realizados os testes de Wald e do Multiplicador de Lagrange para verificação de normalidade e heterocedasticidade, respectivamente.

Diante destas diretrizes os dados foram analisados por meio do programa R *Project for Statistical Computing*<sup>®</sup>, *software* livre da *The R Foundation*.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Indicadores de Eficiência das Microrregiões de Saúde de Minas Gerais

A eficiência trata da relação entre recursos e produtos. Neste estudo os recursos utilizados foram as despesas por subfunção *per capita* e a Cobertura Populacional da Atenção Básica. Já como produto foram utilizados a Taxa de Mortalidade Prematura e a Taxa de Mortalidade Infantil. A eficiência relativa foi estimada por meio da Análise por Envoltória de Dados.

As estatísticas descritivas relativas aos *scores* de eficiência são apresentadas na Tabela 1. É possível perceber que a eficiência relativa média foi maior que 0,7 para todos os anos. O desvio padrão também apresentou poucas diferenças entre os anos. Assim, pode-se inferir que existe pouca variação da dispersão dos *scores* de eficiência quando comparamos os diferentes anos.

Tabela 1: Estatística Descritiva dos Scores de Eficiência

Ano	Média	Mediana	D.P.	Mínimo	Máximo
2015	0,705	0,669	0,173	0,374	1
2016	0,794	0,792	0,158	0,392	1
2017	0,729	0,689	0,181	0,441	1
2018	0,705	0,681	0,157	0,462	1

A distribuição da frequência dos *scores* de eficiência relativa obtidos por meio da DEA- BCC orientado a produto é apresentado na Tabela 2. Os anos de 2016 e 2017 apresentaram maior número de microrregiões de saúde eficientes (19,48%), seguido do ano de 2015 com 18,18% e 2018 com 10,39% de microrregiões eficientes. Somente o ano de 2016 apresenta mais de 50% das microrregiões de saúde com *scores* de eficiência maiores que 0,7. Percebe-se uma evolução da eficiência do ano de 2015 para 2016, com base no número de unidades que obtiveram *scores* maiores que 0,8. No entanto, quando 2016 é comparado com 2017 e 2018 é possível visualizar um decréscimo.

Tabela 2: Distribuição das Microrregiões de Saúde por Nível de Eficiência

Intervalo	2015		2016		2017		2018	
	Qtd.	% Ac						
1	14	18.18%	15	19.48%	15	19.48%	8	10.39%
0,9-0,99	1	19.48%	7	28.57%	5	25.97%	5	16.88%
0,8-0,89	5	25.97%	12	44.16%	7	35.06%	6	24.68%
0,7-0,79	12	41.56%	24	75.32%	6	42.86%	11	38.96%
0,6-0,69	19	66.23%	9	87.01%	22	71.43%	26	72.73%
0,5-0,59	21	93.51%	8	97.40%	15	90.91%	17	94.81%
0,4-0,49	4	98.70%	1	98.70%	7	100%	4	100%
0,3-0,39	1	100%	1	100%				
<b>Total</b>	<b>77</b>		<b>77</b>		<b>77</b>		<b>77</b>	

No ano de 2015 os *scores* de eficiência se concentram entre 0,5 a 0,79 com total de 52 unidades neste intervalo. Em 2016, além das unidades eficientes, a concentração está no intervalo de 0,7 a 0,89, somando 36 microrregiões. No ano de 2017, além das unidades eficientes, 37 unidades estão no intervalo de 0,5 a 0,69 e no ano de 2018 a maioria das microrregiões (54 unidades) estão no intervalo de 0,5 a 0,79.

#### 4.2 Determinantes da Eficiência das Microrregiões de Saúde de Minas Gerais

Para a análise dos fatores determinantes da eficiência das microrregiões de saúde mineiras foi realizada a estimação do modelo Tobit para dados em painel pelo estimador de efeitos aleatórios, Método de Máxima Verossimilhança. A variável dependente foram os *scores* de eficiência gerado por meio do modelo DEA. As estatísticas descritivas das variáveis independentes foram o índice de envelhecimento, densidade populacional, o percentual de pessoas que não sabem ler e escrever e o produto interno bruto, apresentadas na Tabela 3. As variáveis utilizadas englobam o período de 2015, 2016, 2017 e 2018 determinados pela disponibilidade de dados.

Tabela 3: Estatísticas Descritivas das Variáveis Independentes do Modelo Tobit

Variável	Ano	Média	Mediana	D.P.	Mín.	Máx.
Densidade Populacional (Habitantes por km <sup>2</sup> )	2015	86,50	34,33	252,61	5,54	2.042,13
	2016	87,19	34,47	255,04	5,57	2.062,53
	2017	87,86	34,61	257,39	5,59	2.082,26
	2018	88,81	34,61	261,38	5,60	2.116,65
Percentual de Pessoas que não sabem ler e escrever (% pessoas com 15 anos ou mais de idade)	2015	9,57	8,69	2,77	5,74	17,50
	2016	9,30	8,63	2,69	5,41	16,67
	2017	9,85	9,01	2,60	5,75	17,03
	2018	10,40	9,82	2,39	6,09	17,03
Índice de Envelhecimento (% pessoas com 65 anos ou mais)	2015	38,91	38,72	2,12	31,05	45,78
	2016	40,84	40,63	2,12	33,09	47,75
	2017	42,68	42,47	2,11	35,09	49,61
	2018	59,04	58,95	3,80	47,7	69,54
Produto Interno Bruto (PIB) (Per capita em R\$)	2015	17.256,88	14.463,96	9.924,7	7.120,28	58.988,54
	2016	18.725,02	16.046,80	10.160	7.373,2	54.855,21
	2017	19.699,69	16.046,76	11.502	7.772,47	62.741,08
	2018	21.114,77	17.763,01	13.036	7.906,59	78.606,19

As características demográficas das microrregiões de saúde são marcadas por grande heterogeneidade. O desvio padrão da densidade populacional foi acima de 250 habitantes por Km. para todos os anos. Isso mostra a dispersão dos dados em relação à média e também a discrepância entre as microrregiões.

O índice de envelhecimento não apresentou valores altos de dispersão. O desvio padrão ficou próximo a 2,1 para os anos analisados, porém ocorreu um aumento da média ao longo de 2015, 2016, 2017 e 2018, evidenciando um crescimento ao longo dos anos.

Já o percentual de pessoas que não sabem ler e escrever apresentou uma média maior que 9% em todos os anos, chegando a 10,4 em 2018. Porém, existem microrregiões com bastante diferenças, algumas com valor abaixo de 6% e outras com valores próximos a 17%.

O PIB apresentou aumento do valor médio ao longo dos quatro anos. Os altos valores do desvio padrão mostram grandes diferenças entre as microrregiões.

Com a finalidade de verificar a existência de problemas de normalidade e heterocedasticidade foram realizados o Teste de Wald e o Teste de Multiplicador de Lagrange baseado em Cameron e Trivedi (2005) e Greene (2002), conforme mostra a Tabela 4. Para o teste de normalidade pode-se observar que a hipótese nula foi rejeitada, ou seja, os resíduos do modelo não seguem uma distribuição normal. Portanto, de acordo com Hair et al., (2005) e Gujarati e Porter (2011) a hipótese de normalidade assume papel fundamental apenas em amostras pequenas, para amostras maiores esses efeitos podem ser desprezados. Ainda assim, conforme sugerido por Greene (2002) foi utilizado o método BHHH (Berndt et al., 1974) que possibilita a matriz de covariância assintótica, são consistentes e apresentam distribuição normal.

Tabela 4: Testes de Normalidade e Heterocedasticidade

Teste	Tipo	Autores	H0	Resultado (p-valor)
Normalidade	Teste de Wald	Cameron e Trivedi (2005), Greene (2002)	H0 = Os resíduos seguem uma distribuição normal	1,676 e-05
Heterocedasticidade	Multiplicador de Lagrange	Greene (2002)	H0 = Homocedasticidade	0,2731

Para a verificação da presença ou não de heteroscedasticidade foi realizado o Teste do multiplicador de Lagrange. Consoante ao que pode ser visto na Tabela 4 a hipótese nula de homoscedasticidade não foi rejeitada, ou seja, não há presença de heteroscedasticidade no modelo.

Também foi realizado o Teste de Inflação de Variância (VIF) para verificação se há forte presença de multicolinearidade, conforme mostra a Tabela 5. A análise da multicolinearidade foi realizada com base em Gujarati e Porter (2011), assim se o VIF de uma variável for maior que 10, essa variável é tida como altamente colinear. Conforme pode ser observado na Tabela 5, todas as variáveis retornaram VIFs com valores menores que 10, o que descarta a hipótese de multicolinearidade.

Tabela 5: Teste de Multicolinearidade

Variável	VIF
índice de envelhecimento	1,202
log(densidade populacional)	1,631
log(produto interno bruto)	1,434
Percentual de Pessoas que não sabem ler e escrever	1,550

O modelo Tobit ajustado pelo método BHHH pode ser observado na Tabela 6. Pode-se verificar que somente a variável percentual de pessoas que não sabem ler e escrever não foi significativa. As magnitudes de cada  $\beta$  no modelo Tobit é pouco relevante para a interpretação do modelo, sendo necessário considerar o efeito parcial na média de cada uma das variáveis explicativas.

Tabela 6: Resultado da Regressão

Variável	Efeitos Parciais na Média	Coefficiente	Erro Padrão	Z	P-Valor
(Intercept)	0,114257	0,523097	0,309788	1,689	0,091303
índice de envelhecimento	-0,000647	-0,002964	0,001042	-2,843	0,004463***
log(densidade populacional)	-0,011677	-0,053462	0,015180	-3,522	0,000429***
log(produto interno bruto)	0,011773	0,053901	0,030806	1,750	0,080172*
Percentual de Pessoas que não sabem ler e escrever	0,000498	0,002280	0,005412	0,421	0,673519
logSigmaMu		-1,596145	0,075815	-21,053	<2e-16***
logSigmaNu		-2,067410	0,036264	-57,010	<2e-16***

Nota. \* significativo a 0,1, \*\* significativo a 0,05, \*\*\*significativo a 0,01.

Considerando os efeitos parciais na média o impacto do índice de envelhecimento, da densidade populacional e do produto interno bruto na eficiência é de -0,000647, -0,011677 e 0,011773, respectivamente. Considerando o valor médio das variáveis explicativas, o valor da eficiência esperado seria de 0,7432. Esse valor é superior à média da eficiência de 0,705, 0,729 e 0,705 apresentada para os anos de 2015, 2017 e 2018, respectivamente.

O índice de envelhecimento foi significativo a 0,01 com uma relação negativa com a eficiência, ou seja, quanto mais aumenta o envelhecimento menor é a eficiência. A maior proporção de idosos aumenta os gastos, pois demandam maiores cuidados. O valor esperado da eficiência considerando o valor máximo e valor mínimo do índice de envelhecimento, mantendo o valor médio das demais variáveis explicativas, é de 0,6715 e 0,7856, respectivamente. Esse resultado é convergente com os encontrados por Correia e Silva (2017) e Buljan et al. (2019) que os Estados com baixa proporção de idosos são mais eficientes, uma vez que, a crescente parcela da população idosa reduz a eficiência por serem usuários mais frequentes de serviços de saúde, resultando em maiores gastos com saúde. O impacto negativo do envelhecimento na eficiência confirma os achados de Jakovljevic, Vukovic e Fontanesi (2016) e Gong et al., (2019) que investir mais em saúde aumenta o envelhecimento populacional, porém demanda mais recursos para a saúde.

A variável produto interno bruto foi significativa a 0,1 com impacto positivo sobre a eficiência. O valor esperado da eficiência considerando o valor máximo e valor mínimo do produto interno bruto, mantendo o valor médio das demais variáveis explicativas, é de 0,8264 e 0,6970, respectivamente. Esse resultado evidencia que um aumento no PIB pode aumentar a eficiência, similar aos estudos de Buljan et al. (2009), Afonso e Aubyn (2011) e Samut e Cafri (2016), que apontam que locais mais ricos são mais saudáveis, pois tem um melhor estilo de vida e acesso a serviços que propiciam melhores condições de saúde. Já Castaldo et al. (2020) e Hadad et al. (2013) encontraram uma relação negativa entre a renda e a eficiência da saúde, justificado pela desigualdade de renda.

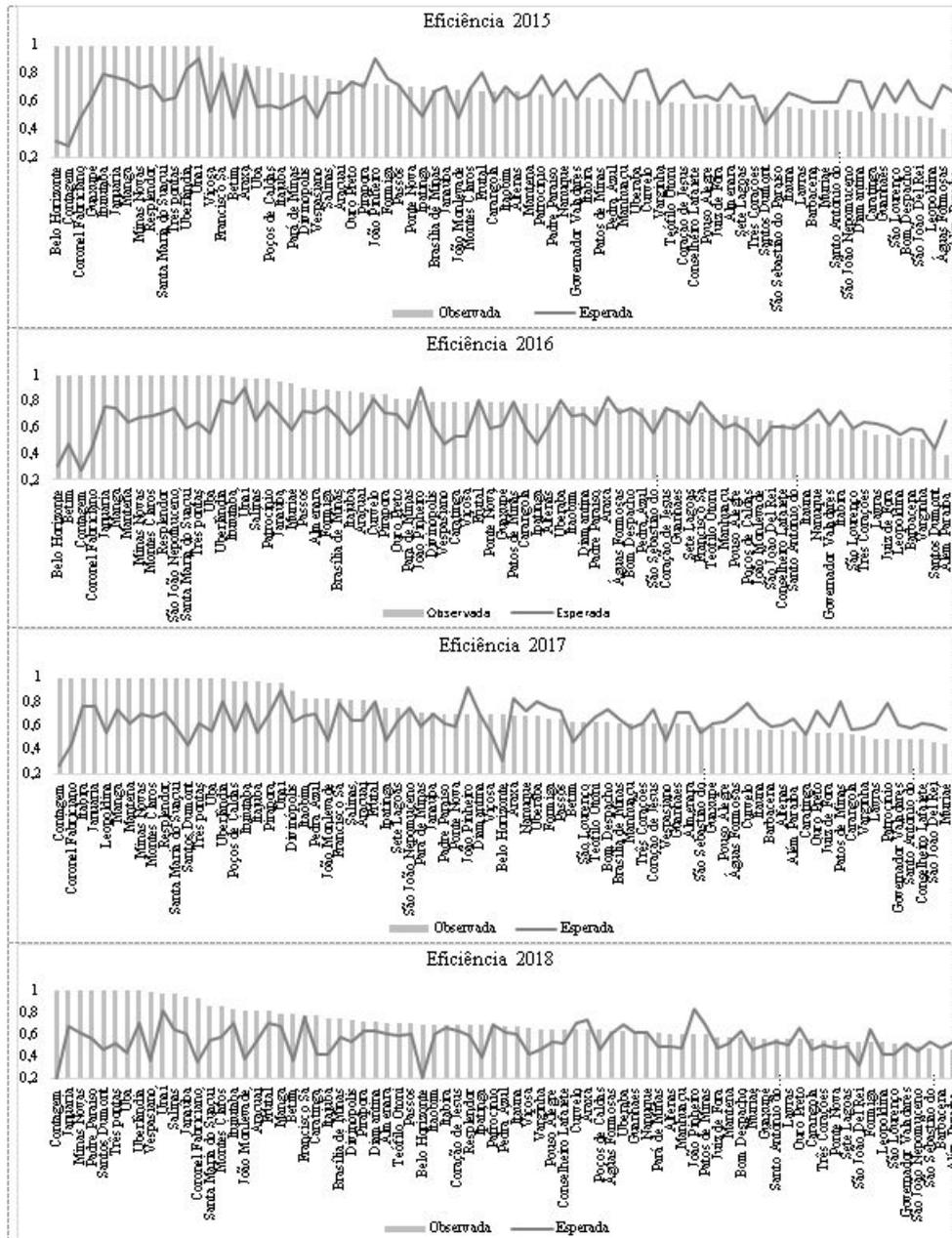
A densidade populacional foi altamente significativa com impacto negativo sobre a eficiência. O valor esperado da eficiência considerando o valor máximo e valor mínimo da densidade populacional, mantendo o valor médio das demais variáveis explicativas, é de 0,5258 e 0,843, respectivamente. Esse resultado mostra que quanto maior a densidade populacional menor a eficiência, diferente do sinal esperado e contrapondo um dos fundamentos das Redes de Atenção à Saúde apontado por Mendes (2011), a economia de escala. Correia e Silva (2017) quando inseriram a variável densidade demográfica no modelo DEA, possibilitaram que alguns Estados com baixa densidade chegassem à fronteira de eficiência, compensando a relação insumo e produto, pois tinham maiores gastos. O impacto negativo da densidade populacional na eficiência foi encontrado por Prieto e Guerra (2018) apontando que a densidade populacional pode contribuir para o aumento dos custos, principalmente em relação aos serviços de atenção básica, por apresentarem especificidades locais o que gera perdas de economia de escala. Já Silva e Queiroz (2018) justificam a relação entre maior densidade

populacional e baixa eficiência, pelo fato de o crescimento populacional aumentar a demanda pressionando a oferta dos serviços de saúde.

A Figura 1 mostra os *scores* de eficiência observados por meio da DEA (eficiência observada) e os *scores* de eficiência considerando os determinantes por meio da regressão Tobit (eficiência esperada) para cada uma das microrregiões nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018. Pode-se observar que algumas microrregiões apresentaram eficiência esperada abaixo do valor da eficiência observada. A eficiência máxima foi obtida por Belo Horizonte nos anos de 2015 e 2016 e Contagem em todos os anos, mas a eficiência esperada foi menor que 0,4. A eficiência esperada bem abaixo da observada para Contagem e Belo Horizonte aconteceram porque essas microrregiões apresentam altos valores de densidade populacional. Contagem é a microrregião com a maior densidade populacional e menor índice de envelhecimento. Em contraponto está Januária, com cerca de 8 habitantes por Km. e também foi eficiente em todos os anos. Januária também obteve eficiência esperada menor que os valores observados para todos os anos, isso porque está entre as microrregiões com menores valores de produto interno bruto.

A microrregião Santos Dumont apresentou valores próximos de eficiência observada e esperada nos anos de 2015 e 2016. Porém, nos anos de 2017 e 2018 não atingiu a eficiência máxima gerando maior diferença em relação a eficiência esperada, uma vez que, está entre as microrregiões com maiores valores de envelhecimento populacional. Nesse mesmo sentido está a microrregião Ubá que obteve *score* de eficiência de 0,847 em 2015 e eficiência máxima nos demais anos. Já a eficiência esperada para Ubá foi cerca de 0,55 para 2015, 2016 e 2017 e 0,44 para 2018, isso porque a microrregião possui índice de envelhecimento maior que a média do Estado e valores de produto interno bruto abaixo da média do Estado. A microrregião Coronel Fabriciano também se encontra em situação semelhante, obteve eficiência máxima em 2015, 2016 e 2017 e *score* de eficiência de 0,924 em 2018. Já a eficiência esperada não chegou a 0,5, isso porque a microrregião tem produto interno bruto abaixo da média do Estado e densidade populacional e índice de envelhecimento acima da média do Estado.

Figura1: Eficiência Observada (scores de eficiência por meio da DEA) e Eficiência Esperada (scores com base na regressão Tobit).



A Figura 1 também retrata microrregiões que a eficiência esperada é maior que a eficiência observada. Águas Formosas apresentou no ano de 2015 *score* de eficiência de 0,406 e eficiência esperada de 0,719. A diferença da eficiência observada e esperada pode ser explicada porque a microrregião está entre aquelas com menores valores de densidade populacional. Patrocínio obteve *score* de eficiência observado de 0,489 e esperado de 0,79 para o ano de 2017. Nessa mesma situação pode-se apontar Além Paraíba com *scores* de eficiência observado de 0,374 e 0,393 e esperado de 0,657 e 0,656 para os anos de 2015 e 2016, respectivamente. Esses resultados aconteceram porque Patrocínio e Além Paraíba possuem valores de produto interno bruto acima da média do Estado e densidade populacional abaixo da média do Estado. João Pinheiro também apresentou diferenças entre os valores de *scores* de eficiência observada e esperada, ocasionada porque a microrregião possui valores de produto interno bruto acima da média do Estado, índice de envelhecimento abaixo da

média do Estado e está entre as microrregiões com menores valores de densidade populacional. Já Ouro Preto está entre as microrregiões com maiores valores de PIB em todos os anos, não apresentou eficiência máxima, sendo que em 2017 e 2018 apresentou *scores* de eficiência de 0,545 e 0,564 e eficiência esperada de 0,727 e 0,656, respectivamente. Ou seja, os maiores valores de PIB deveriam ter permitido a microrregião melhores resultados de saúde e conseqüentemente melhores *scores* de eficiência.

Os resultados evidenciam a importância de considerar os fatores exógenos na análise da eficiência da saúde pública. Por exemplo, ter mais recursos não é garantia de melhor assistência e eficiência (Spinks & Hollingsworth, 2009; Correia & Silva, 2017; Musgrave, 1973). À medida que a renda cresce espera-se que a eficiência aumente, pois melhores condições de vida têm impacto positivo para a diminuição das Taxas de Mortalidade Infantil e Mortalidade Prematura. A renda é critério utilizado para materializar a igualdade (Musgrave, 1973). No entanto, a desigualdade de renda é um grande desafio, mas que pode ser superada pela propriedade distributiva do gasto social, assim, os gastos de saúde devem ser progressivos quando o nível de renda diminui (Santos, 2015).

O crescimento populacional demanda mais ações e serviços de saúde, dessa forma, a densidade populacional tem impacto negativo na eficiência da saúde pública. Assim, um dilema dos governos é a prestação de serviços de modo que possa acompanhar o crescimento da demanda da sociedade (Silva & Queiroz, 2018). As demandas da sociedade vão muito além dos recursos disponíveis (Correia & Silva, 2017). Ainda, as restrições orçamentárias estão previstas pelo federalismo fiscal, exigem a utilização consciente dos recursos públicos. Desse modo, não se deve gastar mais que a receita para o atendimento das demandas (Tiebout, 1956). Porém, a função alocativa do Estado permitirá a eficiência quando as ofertas de serviços públicos forem capazes de atender as demandas.

Assim, parece gerar um ciclo vicioso, conforme mencionam Jakovljevic et al. (2016), ao se investir mais em saúde, aumenta o bem-estar e gera ganhos de longevidade, porém aumenta a demanda por serviços de saúde, exigindo maior volume de recursos. Nesse contexto, a regionalização e as redes de atenção à saúde são o caminho para um melhor atendimento das necessidades da população. Deve-se observar que as redes de atenção à saúde e a regionalização já acontecem, porém, precisam ser revisadas e atualizadas de modo a acompanhar o crescimento da demanda gerado tanto pelo crescimento populacional quanto pelo envelhecimento.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi identificar fatores determinantes da eficiência nas microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. Por meio da regressão Tobit verificou-se o impacto de variáveis relacionadas a aspectos socioeconômicos (como educação, a renda, a densidade populacional e ao envelhecimento) na eficiência relativa da saúde pública das microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais. A variável dependente utilizada foi *scores* de eficiência gerado por meio do modelo DEA, com retornos variáveis de escala orientado a produto.

A análise descritiva das variáveis mostrou que as microrregiões são heterogêneas e que a alocação dos recursos públicos da saúde deve considerar essas diferenças visando garantir mais justiça social.

O modelo econométrico Tobit evidenciou que a saúde é impactada por uma série de fatores exógenos, como a renda, o envelhecimento e o crescimento populacional. Esses fatores foram materializados neste estudo por meio da variável PIB *per capita*, do índice de envelhecimento e da densidade populacional. Os resultados apontaram que o índice de envelhecimento impacta de forma negativa na eficiência relativa da saúde, ou seja, quanto mais aumenta o envelhecimento, menor é a eficiência. Isso porque o aumento de idosos requer maiores gastos com saúde pública, pois demandam maiores cuidados. A densidade populacional apresentou impacto negativo sobre a eficiência, ou seja, quanto maior a densidade populacional menor a

eficiência. O crescimento populacional assim como o envelhecimento demandam mais serviços e ações de saúde.

Já a variável produto interno bruto apresentou impacto positivo sobre a eficiência, evidenciando que locais com maior renda tem mais possibilidade de acesso a serviços de saúde e melhor qualidade de vida. Isso também é um direcionador de que locais com renda mais baixa precisam ofertar mais ações e serviços de saúde pública de modo que se possa gerar justiça social. Contudo, os resultados evidenciaram fatores contextuais como a renda, o envelhecimento e o crescimento populacional devem fazer parte das políticas públicas para que se possa garantir a universalidade, a integralidade e a igualdade dos serviços de saúde pública.

Como limitação, observa-se que o estudo trabalhou apenas com microrregiões do Estado de Minas Gerais, sendo que comparações entre diferentes Estados podem trazer análises mais abrangentes. Para pesquisas futuras sugere-se a análise de microrregiões de diferentes Estados que possam contribuir para uma discussão em nível de país, centradas nas políticas públicas de saúde do governo federal.

## REFERÊNCIAS

- Afonso, A., & Aubyn, M. (2011). Assessing health efficiency across countries with a two-step and bootstrap analysis. *Applied Economics Letters*, 18 (15), 1427-1430. <http://dx.doi.org/10.1080/13504851.2010.541149>
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30 (9). <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Bassanesi, S., Azambuja, M., & Achutti, A. (2008). Mortalidade Precoce por Doenças Cardiovasculares e Desigualdades Sociais em Porto Alegre: da Evidência à Ação. *Arq. Brasileiro de Cardiologia*, 90 (6), 403-412. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2008000600004>
- Berndt, E., Hall, B., Hall, R., & Hausman, J. (1974). Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models. *Annals of Economic and Social Measurement*, 3 (4), 653-665. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c10206/c10206.pdf>
- Emenda Constitucional nº 95 de 2016. (2016). Altera o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o Novo Regime Fiscal, e dá outras providências. Presidência da República. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constitucao/emendas/emc/emc95.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constitucao/emendas/emc/emc95.htm)
- Bruno, G. (2004). Limited Dependent Panel Data Models: A comparative Analysis of classical and Bayesian Inference among Econometric Packages. *Computing in Economics and Finance*, 1 (41), 1-15. <https://econpapers.repec.org/paper/scseccf4/41.htm>
- Buljan, A., Deskar-Skrbic, M., & Simovic, H. (2019). Determinants of Public Health Care, Education and Administration Efficiency in Central, Eastern and South Eastern Europe. *Comparative Public Administration Komparativna Javna Uprava*, 19 (4), 537-563. <https://doi.org/10.31297/hkju.19.4.2>
- Cameron, A., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Castaldo, A., Antonelli, M., Bonis, V., & Marini, G. (2020). Determinants of health sector efficiency: evidence from a two-step analysis on 30 OECD countries. *Economics Bulletin*, 40 (2), 1651-1666. <http://www.accessecon.com/Pubs/EB/2020/Volume40/EB-20-V40-I2-P142.pdf>
- Correia, P., & Silva, F. (2017). Uma avaliação da eficiência econômica das políticas públicas de saúde dos Estados brasileiros com o uso da análise envoltória de dados. *Revista Eletrônica Gestão e Saúde*, 8 (3), 497-520. <https://doi.org/10.18673/ges.v8i3.24886>
- Faria, F., Jannuzzi, P., & Silva, S. (2008). Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública - RAP*, 42 (1), 155-177. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122008000100008>
- Ferreira, C., & Gomes, A. (2012). *Introdução a Análise Envoltória de Dados: teoria, modelos e aplicações*. Universidade Federal de Viçosa.

- Fundação João Pinheiro. (2020). Índice Mineiro de Responsabilidade Social IMRS. <http://imrs.fjp.mg.gov.br/Consultas>.
- Gong, G., Chen, Y., Gao, H., Su, D., & Chang, J. (2019). Has the Efficiency of China's Healthcare System Improved after Healthcare Reform? A Network Data Envelopment Analysis and Tobit Regression Approach. *Environmental Research and Public Health*, 16 (23), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph16234847>
- Greene, W. (2002). *Econometric Analysis*. (5 ed.). Pearson Education.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2011). *Econometria Básica*. (5ed.) AMGH Editora.
- Hadad, S., Hadad, Y., & Simon-Tuval, T. (2013). Determinants of healthcare system's efficiency in OECD countries. *European Journal of Health Economics*, 14 (2), 253-265. <https://doi.org/10.1007/s10198-011-0366-3>
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (2005). *Análise Multivariada de Dados*. Bookman.
- Jakovljevic, M., Vukovic, M., & Fontanesi, J. (2016). Life Expectancy and Health Expenditure Evolution in Eastern Europe - DiD and DEA analysis. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 16 (4), 537-546. <https://doi.org/10.1586/14737167.2016.1125293>
- Kaveski, I., Degenhart, L., Vogt, M., & Hein, N. (2015). A Eficiência do Atendimento dos municípios vinculados ao SUS no Sudoeste de Mato Grosso do Sul. *Administração Pública e Gestão Social*, 7 (4), 197-205. <http://dx.doi.org/10.21118/apgs.v7i4.760>
- Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990. (1990). Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Presidência da República. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8080.htm)
- Mendes, E. (2011). *As Redes de Atenção à Saúde*. (2 ed.) Organização Pan Americana da Saúde.
- Ministério da Saúde. (2020a). Departamento de Informática do SUS DATASUS. <https://datasus.saude.gov.br/>
- Ministério da Saúde. (2020b). Sistema de Informação sobre Orçamento Público em Saúde. <https://saude.gov.br/repasses-financeiros/siops/demonstrativos-dados-informados>
- Ministério da Saúde. (2020c). Informação e Gestão da Atenção Básica. <https://gestorab.saude.gov.br/paginas/acessoPublico/relatorios/relHistoricoCoberturaAB.xhtml?jsessionid=0GeifkK75lx4TufOkW4hgbPB>
- Musgrave, R. (1973) *Teoria das Finanças Públicas: um estudo da economia governamental*. Atlas.
- Polignano, M. (2005). *História das políticas de saúde no Brasil: uma pequena visão*. <http://www.saude.mt.gov.br/ces/arquivo/2165/livros>.
- Portaria 4.279 de 30 de dezembro de 2010. (2010). Estabelece Diretrizes para a Organização da Rede de Atenção à Saúde no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). Ministério da Saúde. [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/sau-delegis/gm/2010/prt4279\\_30\\_12\\_2010.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/sau-delegis/gm/2010/prt4279_30_12_2010.html).
- Prieto, M., & Guerra, M. (2018). Avaliação na Saúde Pública: Um olhar sobre o desempenho nos municípios brasileiros na subfunção atenção básica a saúde. *Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde*, 15 (2), 13-31. <https://doi.org/10.21450/rahis.v15i2.4706>
- Samut, P., & Cafri, R. (2016). Analysis of the Efficiency Determinants of Health Systems in OECD Countries by DEA and Panel Tobit. *Soc Indic Res*, 129 (1), 113-132.
- Santos, R.C.C. (2015). *Os Fundos de Saúde e o Financiamento do Sistema Único de Saúde no Brasil*. 2015. [Dissertação Mestrado em Direito], Universidade de São Paulo.
- Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais. (2011). *Plano Diretor de Regionalização da Saúde de Minas Gerais (PDR/MG)*. Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais. [https://www.saude.mg.gov.br/images/noticias\\_e\\_eventos/000\\_2016/Livro%20Plano%20Diretor%20de%20Regionalizacao%20-%20PDR-SUS-MG.pdf](https://www.saude.mg.gov.br/images/noticias_e_eventos/000_2016/Livro%20Plano%20Diretor%20de%20Regionalizacao%20-%20PDR-SUS-MG.pdf)
- Silva, J., & Queiroz, M. (2018). Eficiência na Gestão da Saúde Pública: Uma Análise dos Municípios do Estado do Rio Grande do Norte. *Planejamento e Políticas Públicas*, (50), 149-170. [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8505/1/ppp\\_n50\\_efici%C3%Aancia.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8505/1/ppp_n50_efici%C3%Aancia.pdf)
- Sousa, M., & Stosic, B. (2005). Technical Efficiency of the Brazilian Municipalities: Correcting Nonparametric Frontier Measurements for Outliers. *Journal of Productivity Analysis*, 24, 157-181. <https://doi.org/10.1007/s11123-005-4702-4>

- Spinks, J., & Hollingsworth, B. (2009). Cross-country comparisons of technical efficiency of health production: a demonstration of pitfalls. *Applied Economics*, 41, 417–427. <https://doi.org/10.1080/00036840701604354>
- Tiebout, C. (1956). A pure theory of local expenditures. *Journal of Political Economy*, 64 (5), 416-424. <https://www.jstor.org/stable/1826343>
- Tobin, J. (1958). Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. *Journal of the Econometric Society*, 26 (1), 24-36. <https://doi.org/10.2307/1907382>
- Varela, P., Martins, G., & Fávero, L. (2009). Production efficiency and financing of public health: an analysis of small municipalities in the state of São Paulo - Brazil. *Health Care Management*, 13, 112-123. <https://doi.org/10.1007/S10729-009-9114-Y>
- Wooldridge, J. (2010). *Introdução a Econometria: Uma Abordagem Moderna*. (4 ed.) Cengage Learning.
- Worthington, A., & Dollery, B. (2008). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in local government. *Local Government Studies*, 26 (2), 23-52. <https://doi.org/10.1080/03003930008433988>