



122

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA RELATIVA DA GESTÃO PÚBLICA DA SAÚDE

Aluno Doutorado/Ph.D. Student Érica Suélen do Nascimento [ORCID iD](#), Doutor/Ph.D. Francisval de Melo Carvalho [ORCID iD](#), Doutor/Ph.D. Gideon Carvalho de Benedicto [ORCID iD](#), Doutor/Ph.D. José Willer do Prado [ORCID iD](#)

Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras, MG, Brazil

Aluno Doutorado/Ph.D. Student Érica Suélen do Nascimento

[0000-0002-7469-0361](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós Graduação em Administração

Doutor/Ph.D. Francisval de Melo Carvalho

[0000-0002-4223-5444](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós Graduação em Administração

Doutor/Ph.D. Gideon Carvalho de Benedicto

[0000-0003-2865-317X](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós Graduação em Administração

Doutor/Ph.D. José Willer do Prado

[0000-0003-3926-2406](#)

Programa de Pós-Graduação/Course

Programa de Pós Graduação em Administração

Resumo/Abstract

O objetivo do 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 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. O modelo econométrico Tobit evidenciou que a saúde é impactada pela renda, 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. O índice de envelhecimento e a densidade populacional apresentou impacto negativo na eficiência relativa da saúde. Já a variável



produto interno bruto apresentou impacto positivo sobre a eficiência relativa da saúde. Os resultados evidenciaram que os fatores contextuais como a renda, o envelhecimento e o crescimento populacional devem fazer parte das políticas públicas de saúde.

Modalidade/Type

Artigo Científico / Scientific Paper

Área Temática/Research Area

Contabilidade e Setor Público (CSP) / Accounting and Public Sector

DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA RELATIVA DA GESTÃO PÚBLICA DA SAÚDE

Resumo: O objetivo do 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 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. O modelo econométrico Tobit evidenciou que a saúde é impactada pela renda, 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. O índice de envelhecimento e a densidade populacional apresentou impacto negativo na eficiência relativa da saúde. Já a variável produto interno bruto apresentou impacto positivo sobre a eficiência relativa da saúde. Os resultados evidenciaram que os fatores contextuais como a renda, o envelhecimento e o crescimento populacional devem fazer parte das políticas públicas de saúde.

Palavras Chave: Saúde Pública, Eficiência Relativa, Regressão 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. Tais acontecimentos contribuíram para um grande período de recessão na saúde pública (Polignano, 2005). 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 é regulamentado que parte da arrecadação da CPMF fosse 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. Assim, a aplicação mínima em saúde pelo governo federal foi corrigida apenas pela inflação, sendo para o exercício de 2017 considerado o percentual de correção de 7,2% e para os demais exercícios com base no Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA.

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 et al., 2015). Desse modo, os desafios enfrentados pelos sistemas de saúde estão no estabelecimento de prioridades e a utilização eficiente dos recursos públicos deve ser considerada no contexto de recursos escassos (Cornwall & Shankland, 2008).

Os fatores exógenos, como condições socioeconômicas, podem impactar na gestão e eficiência dos recursos públicos. Conforme Hadad et al. (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 entendidas como 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. Desse modo, 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

No que tange 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. A universalidade refere-se ao acesso para todos os cidadãos aos serviços de saúde em todos os níveis de assistência (Lei 8.080, 1990). A integralidade está relacionada ao indivíduo como um ser social, à oferta das ações de acordo com a real necessidade, dentro dos níveis de complexidade do sistema, de forma contínua e articulada (Lei 8.080, 1990). A igualdade diz respeito a assistência à saúde, sem preconceitos ou privilégios de qualquer espécie, todos são iguais perante a lei (Lei 8.080, 1990).

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. A descentralização é necessária para a implementação e distribuição de serviços públicos. Sendo assim, o município passa a ser o responsável imediato pelo atendimento das necessidades e demandas de saúde do seu povo e das exigências de intervenções saneadoras em seu território, garantindo o atendimento integral (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, tendo em vista possibilitar o direcionamento equitativo da implementação das políticas públicas. Dessa forma, o que se espera é o alcance de objetivos de que uma região seja o mesmo das demais regiões e demais níveis do modelo adotado (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 que se possa arrecadar recursos suficientes de modo a 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.

A função estabilizadora concentra seus esforços na manutenção de um nível de emprego e um valor estável da moeda. É importante que o Estado desenvolva medidas compensatórias que possam manter um alto nível de emprego, quando a atividade econômica privada ameaçar diminuir de ritmo e manter um nível estável de preços quando a procura ameaçar exceder a oferta existente (Musgrave, 1973).

A função distributiva refere-se à promoção de ajustamentos na distribuição de renda. Oates (2005) esclarece que a função distributiva acontece por meio da política fiscal de redistribuição de renda. Dessa forma, quem tem maior renda deve contribuir mais. A redistribuição pode ser operacionalizada com a destinação de mais bens públicos para população de baixa renda ou por meio de transferências diretas para as populações de renda mais baixa, para que assim, os beneficiados possam realizar suas próprias escolhas (Silva, 2005). Conforme Santos (2015), a saúde pública, assim como a previdência social e a educação, possibilita a propriedade distributiva do gasto social. Assim, pode-se entender que os gastos com saúde são progressivos quando se diminui o nível de renda (Santos, 2015).

Por meio do Teorema da Descentralização, Oates (2005) afirma que acontecerá maximização da eficiência econômica, referente à função alocativa, quando a produção de serviços públicos estiver na mesma medida das demandas gerando um bem-estar social mais alto. Conforme Tiebout (1956) as jurisdições não devem gastar mais que sua receita para o atendimento das demandas. Dessa forma, trabalha-se com a manutenção dos mínimos custos para se alcançar a eficiência, ressaltando que quanto maior o custo, menos otimizada é a alocação de recursos.

A eficiência está relacionada à otimização dos recursos disponíveis, trata-se de produzir a mesma quantidade com menos insumos ou produzir mais com a mesma quantidade de insumos (Farrel, 1957). A eficiência técnica é obtida quando a saída é maximizada para um determinado nível de entradas, ou quando a entrada é minimizada para uma determinada quantidade de saída (Roberts et al., 2004). Worthington e Dollery (2008) apresentam outras duas medidas de eficiência: a eficiência alocativa e a eficiência dinâmica. Conforme os autores a eficiência alocativa refere-se à distribuição de recursos produtivos entre usos alternativos para produzir a combinação ideal de saída e a eficiência dinâmica refere-se à economia de recursos ao longo do tempo englobando assim, a eficiência alocativa e técnica em uma dimensão intertemporal.

O desempenho geral é dividido em dois componentes: (i) eficiência, que descreve quão bem uma organização usa recursos na produção de serviços, ou seja, a relação entre o

real e combinação ideal de insumos usados para garantir a (ii) efetividade, o grau em que um sistema alcança seus objetivos do programa e da política (Worthington & Dollery, 2008). Os autores afirmam também que a eficácia abrange diferentes aspectos desejados do serviço atrelados ao resultado do programa como a adequação do serviço às necessidades do cliente, a acessibilidade, e a qualidade.

Uma das contribuições seminais para a conceituação de eficiência é a da Lei de Pareto, do sociólogo e engenheiro Vilfredo 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). Conforme os autores a eficiência nas trocas de mercadorias e serviços segundo a Lei de Pareto define que uma alocação tem eficiência quando não pode ser realocada para tornar maior o bem-estar de uma pessoa, sem que haja diminuição do bem-estar de outra.

Spinks e Hollingsworth (2009) apontam que os fatores socioeconômicos e de estilo de vida influenciam no resultado das ações e serviços públicos de saúde. A legislação do Sistema Único de Saúde (SUS) é clara ao estabelecer o conceito ampliado de saúde. Assim, 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). Tais fatores são considerados por alguns autores, não somente de trabalhos brasileiros, mas envolvendo outros países, mostrando a importância do envolvimento de diversos setores para a melhoria das condições de saúde da população.

Hadad et al. (2013) para analisar a eficiência da saúde do grupo de países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), utilizou dois modelos. 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. Dessa forma, os autores ressaltam a importância de ampliar as medidas políticas para além da assistência à saúde, voltadas para o e bem-estar da população.

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 et al. (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 et al. (2019), Castaldo et al., (2020), Samut e Cafri (2016) e Hsu (2013). 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 Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)	A regressão Tobit mostrou que o PIB <i>per capita</i> , o nível educacional, consumo de tabaco e a obesidade são altas e significativamente relacionados à eficiência. Um país mais rico e medidas de prevenção e promoção são condições importantes para um melhor desempenho de saúde.
Hsu (2013)	PIB, densidade populacional, leitos hospitalares, escolaridade	Países da Europa e Ásia Central	A regressão Tobit constatou a influência positiva de leitos hospitalares e anos médios de escolaridade primária na eficiência.
Samut e Cafri (2016)	PIB, Despesa Pública com saúde, educação, hospital público, hospital privado, expectativa de vida.	Países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)	A regressão Tobit apontou 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 estatisticamente 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.	133 municípios brasileiros	Para os municípios não eficientes, identificou-se a densidade populacional como fator explicativo para o pior desempenho. Características como número de habitantes na zona rural e elevada população jovem foram consideradas como fatores que geram complexidade para o alcance de melhores resultados. O percentual de recursos aplicados à função saúde foi outra variável explicativa significativa.
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 podem afetar o desempenho da gestão dos recursos. Os maiores municípios do estado mostraram os piores resultados na qualidade da saúde do estado, porém são centros polarizadores e recebem maiores demandas de atendimentos à população local e de outros municípios vizinhos.
Gong et al. (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 em saúde 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 são estatisticamente significantes. 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, resultando em maiores gastos com saúde. E um nível superior de educação tem um efeito positivo na eficiência, pois espera-se que sociedades educadas cuidem melhor de adultos, crianças e os idosos.
Castaldo et al., (2020)	PIB, temperatura, cobertura vacinal, tabagismo, obesidade	Países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD)	A regressão mostrou que o PIB <i>per capita</i> , a cobertura vacinal e o consumo de tabaco são altamente significativos. A temperatura do tempo está positivamente correlacionada com as pontuações de eficiência. Além dos fatores de estilo de vida, o cuidado preventivo é relevante em termos de implicações da política estrutural.

Fonte: Própria, tabulado pelos autores (2021).

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 intenção de utilizar as 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 et al., 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*).

Para a utilização da DEA três passos devem ser seguidos: (i) a definição das DMUs; (ii) a escolha das variáveis e; (iii) a definição do modelo. Para a definição das DMUs, a caracterização da unidade de avaliação como "tomadora de decisão" implica que ela tenha controle sobre o processo que emprega para converter seus recursos em resultados. O que está sob controle da DMU depende não apenas da natureza das atividades nas quais uma DMU está engajada, mas também na autoridade de tomada de decisão que possui dentro da estrutura. As entidades devem ser homogêneas no sentido que usam os mesmos recursos para obter os mesmos resultados, mas as quantidades de insumos e produtos devem ser variáveis (Thanassoulis, 2001). Neste estudo, a homogeneidade está relacionada a todas as entidades das microrregiões de saúde que se valeram dos recursos financeiros para gerarem os mesmos resultados, como por exemplo menores taxas de mortalidade.

A eficiência comparativa da DEA reside na construção de um conjunto de possibilidades contendo todas as correspondências do nível de entrada e saída que são capazes de serem observados. Correspondência de entradas e saídas neste contexto baseia-se numa relação de exclusividade e exaustividade entre os dois conjuntos de variáveis. A relação de exclusividade e exaustividade significa que insumos continuam a influenciar os níveis de saída, ainda que o conjunto de variáveis esteja sujeito à fatores externos (Thanassoulis, 2001). As variáveis relativas a insumos ou produtos devem assumir valores não negativos e não há necessidade de padronização das unidades de medida entre insumos e produtos (Almeida, 2017). Os produtos e insumos podem ser variáveis contínuas, ordinais ou categóricas e podem ser medidas em diferentes unidades (Pena, 2008).

O último requisito para a utilização da DEA é a definição do modelo. Conforme Almeida (2017), a escolha do modelo está associada aos retornos de escala, se as DMUs possuem retornos constantes de escala pode-se utilizar o modelo CCR (Charnes et al., 1978). Por outro lado, se possuírem retornos variáveis de escala o modelo adequado será o BCC (Banker et al., 1984). Para a definição do modelo também é necessário escolher a orientação. A orientação a insumo (*input*) mensura a eficiência por meio da redução de insumos

utilizados no processo produtivo sem alterar a quantidade produzida (Almeida, 2017). A orientação a produto (*output*) pressupõe um aumento da quantidade produzida, sem alterar a quantidade utilizada de insumos (Almeida, 2017).

O modelo mais adequado a este estudo, com base em Ferreira e Gomes (2012), é o BCC, 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 (η) somado com as folgas dos *outputs* (s_i^n) e as folgas dos *inputs* (s_j^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 (λ_k) mais a folga daquele *input* (s_j^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 (λ_k) menos a folga daquele *output* (s_i^n) 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 (η) e a contribuição da DMU k (λ_k) deve ser maior ou igual a 0.

$$\text{Max } \eta + \varepsilon^n \left(\sum_{i=1}^n s_i^n + \sum_{j=1}^m s_j^m \right)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{k=1}^z x_{jk} \cdot \lambda_k + s_j^m &= x_{j0} \\ \sum_{k=1}^z y_{ik} \cdot \lambda_k - s_i^n &= \eta \cdot y_{i0} \\ \sum_{k=1}^z \lambda_k &= 1 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\eta, \lambda_k \geq 0$$

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 (output)	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 (Input)	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)

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

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 apresentadas 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).	PINHEIRO, 2020)	(+)

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quadro 3

Síntese das Variáveis Independentes para o Modelo Econométrico Tobit.

Variável	Cálculo	Referências	Fonte de Dados	Sinal Esperado
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 ² .	Hsu (2013); Correia e Silva (2017); Sousa e Stosic (2005); Silva e Vidal (2008); Prieto e Guerra (2018); Silva e Queiroz (2018).		(+)

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O modelo Tobit foi criado por James Tobin como uma extensão do modelo Probit, sendo 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.

$$y_{it}^* = x_{it}'\beta + v_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Na equação 2 o y^* representa a variável dependente estimada, o x' representa as variáveis independentes, o β é o coeficiente estimado, o i representa o indivíduo e o t representa o tempo. O termo de erro μ_{it} é representado pela soma do efeito aleatório (v_i) (indivíduo invariante no tempo) e o erro aleatório idiossincrático variável no tempo (ε_{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.

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

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.

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

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 μ_{it} são independentes das variáveis x_{it} , a estimativa pode acontecer de forma consistente pelo modelo de efeitos aleatórios. Para observações T_i 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 σ_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.

Dessa forma, a função de verossimilhança para toda a amostra é o produto da contribuição L_i 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 as iniciais dos autores Berndt, Hall, Hall e Hausman (Berndt et al., 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 et al., 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.

Caso aconteça a heterocedasticidade, tanto Greene (2002) quanto Cameron e Trivedi (2005) propõem a utilização do modelo robusto Desvios Mínimos Absolutos - LAD (*Least*

Absolute Deviation) de Powell (1984). A proposta do modelo LAD para o Tobit é usar a mediana condicional, sendo indicado quando menos da metade da amostra é censurada, pois assim, a mediana é capaz de fornecer uma estimativa consistente da população (Cameron & Trivedi, 2005). É importante ressaltar que tal modelo é aplicável aos dados deste estudo que possui 52 observações censuradas do total de 308, ou seja, cerca de 17% de dados censurados.

Contudo, para este estudo a estimativa do modelo Tobit para dados em painel aconteceu pelo estimador de efeitos aleatórios, pelo Método de Máxima Verossimilhança. Posteriormente, foram realizados os testes de Wald e do Multiplicador de Lagrange para verificação de normalidade e heterocedasticidade, respectivamente. Por último, foi verificado a necessidade de utilização do método BHHH e do modelo robusto LAD.

Diante destas diretrizes os dados foram analisados por meio do programa R *Project for Statistical Computing*®, *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

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

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, nos demais anos mais da metade das microrregiões obtiveram *scores* abaixo desse limite. 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	Qtd.	% Ac	Qtd.	% Ac	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%				
Total	77		77		77		77	

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

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, pelo Método de Máxima Verossimilhança. A variável dependente utilizada foi *scores* de eficiência gerado por meio do modelo DEA, com retornos variáveis de escala (BCC) orientado para o produto. As estatísticas descritivas das variáveis independentes foram o índice de envelhecimento (env), densidade populacional (denspop), o percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (nler) e o produto interno bruto (pib), apresentadas na Tabela 3. Vale ressaltar que 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 (denspop) (Habitantes por km ²)	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 (nler) (% 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 (env) (% 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 per capita (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

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

As características demográficas das microrregiões de saúde são marcadas por grande heterogeneidade. Observa-se que o desvio padrão da densidade populacional foi acima de 250 habitantes por Km² para todos os anos. Isso mostra a dispersão dos dados em relação à média e também a discrepância entre as microrregiões. Pode-se observar que existe microrregiões com densidade populacional com cerca de 5,5 habitantes por Km² e outras com valores acima de 2.000 habitantes por Km².

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. Assim, deve-se observar que o aumento do envelhecimento populacional demanda maiores gastos com saúde em todos os níveis de atenção (Jakovljevic et al., 2016; Gong et al., 2019).

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, sendo que algumas apresentam valores menores que R\$8.000 e outras acima de R\$70.000 *per capita*.

A análise descritiva das variáveis retratou as diferenças entre as microrregiões de saúde do Estado de Minas Gerais, mostrando a necessidade de traçar políticas públicas de forma que possa minimizar as discrepâncias. Outros estudos também apontaram a necessidade de maior intervenção governamental quanto as diferenças entre as localidades, como Varela et al. (2009) para os municípios de São Paulo e Kaveski et al., (2015) para municípios do Mato Grosso do Sul.

Com a finalidade de verificar a existência de problemas de normalidade e heterocedasticidade foi realizado 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, com 50 ou menos observações, sendo que para amostras com 200 ou mais observações, 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

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

Para a verificação da presença ou não de heteroscedasticidade no modelo 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. Assim, não há necessidade de medidas corretivas para interpretação e análise do 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 multicolinearidade

refere-se à correlação entre as variáveis independentes, ou seja, o quanto uma variável pode ser explicada pelas outras variáveis (Hair et al., 2005). Desse modo, o problema não é apresentar multicolinearidade, mas se está presente de maneira elevada. 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
env	1,202
log(denspop)	1,631
log(pib)	1,434
nler	1,550

Nota. env: índice de envelhecimento; denspop: densidade populacional; pib: produto interno bruto; nler: percentual de pessoas que não sabem ler e escrever.

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

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.

Tabela 6

Resultado da Regressão.

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Z	P-Valor
(Intercept)	0,523097	0,309788	1,689	0,091303
env	-0,002964	0,001042	-2,843	0,004463***
log(denspop)	-0,053462	0,015180	-3,522	0,000429***
log(pib)	0,053901	0,030806	1,750	0,080172*
nler	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. Variável dependente: Scores de Eficiência. Variáveis Independentes: índice de envelhecimento (env), densidade populacional (denspop), produto interno bruto per capita (pib), percentual de pessoas que não sabem ler e escrever (nler).

* significativo a 0,1, ** significativo a 0,05, ***significativo a 0,01

Fonte: Resultados da Pesquisa (2021).

O índice de envelhecimento (env) 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. Essa percepção é convergente com os resultados 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 et al. (2016) e Gong et al., (2019) que investir mais em saúde aumenta o envelhecimento populacional, porém demanda mais recursos para a saúde.

Os resultados relativos à microrregião Contagem confirmam a relação negativa entre envelhecimento e eficiência. Nos quatro anos analisados a unidade foi eficiente e com os menores índices de envelhecimento. De modo geral, as unidades com menores índices de

envelhecimento possuem melhores escores de eficiência, já as unidades com maiores índices de envelhecimento possuem menores escores. Porém, dentre as microrregiões com altos índices de envelhecimento algumas foram eficientes como Coronel Fabriciano no ano de 2015, 2016 e 2017, Leopoldina e Itabira no ano de 2017 e Santos Dumont em 2017 e 2018.

A variável produto interno bruto foi significativa a 0,1 com impacto positivo sobre 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.

Ainda que tiver mais recursos não significa melhor assistência e eficiência, ter recursos disponíveis é o requisito para fazer acontecer as ações e serviços públicos (Spinks & Hollingsworth, 2009; Correia & Silva, 2017; Musgrave, 1973). À medida que a renda cresce a eficiência aumenta, 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).

Porém, conforme afirmam Faria et al. (2008), apesar da renda ser um fator favorável para a eficiência, pode acontecer que locais pobres sejam eficientes e que locais mais ricos obtenham uma eficiência muito baixa. Tal colocação é clara ao observar a microrregião de Januária que apresentou o PIB de R\$7.347,54, R\$7.934,11, R\$8.195,45 e R\$8.262,33 para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018, respectivamente. Ou seja, está entre as microrregiões com menores valores de PIB e foi eficiente em todos os anos. Já Ouro Preto apesar de estar entre as microrregiões com maiores valores de PIB em todos os anos, não apresentou eficiência máxima em nenhum dos anos analisados, sendo que em 2017 e 2018 apresentou *scores* de eficiência de 0,545 e 0,564, respectivamente, ou seja, está inserido no grupo das unidades com menores *scores* de eficiência.

A densidade populacional foi altamente significativa com impacto negativo sobre a eficiência, ou seja, 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. O resultado também foi diferente dos encontrados por Sousa e Stosic (2005) e Silva e Vidal (2008), onde locais com maior densidade populacional apresentam menores custos. Correia e Silva (2017), apesar de não realizarem a análise por meio de regressão, 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 sobre a eficiência também 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. Assim, um dos grandes dilemas dos governos é a prestação de serviços de modo que possa acompanhar o crescimento da demanda da sociedade (Silva & Queiroz, 2018).

Os resultados encontrados sustentam a colocação de Correia e Silva (2017) que as demandas da sociedade vão muito além dos recursos disponíveis. Ainda, as restrições orçamentárias estão previstas pelo federalismo fiscal, exigindo a utilização consciente dos recursos públicos. Desse modo, não se deve gastar mais que a receita para o atendimento das

demandas (Tiebout, 1956). Em contraponto, a função alocativa do Estado esclarece que acontecerá a eficiência quando as ofertas de serviços públicos forem capazes de atender as demandas (Oates, 2005).

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.

A relação negativa entre a eficiência e densidade populacional pode estar associada a maiores Taxas de Mortalidade Prematura, conforme Bassanesi et al. (2008) em grandes centros as Taxas de Mortalidade por doenças crônicas tendem a ser maiores, desencadeadas por fatores não analisados neste estudo, como o ritmo econômico, o estresse e a má alimentação.

Ainda, em relação a densidade populacional é preciso apontar que houve microrregiões eficientes em diferentes níveis. Contagem é a microrregião com a maior densidade populacional, com mais de 2.000 habitantes por km² e foi eficiente em todos os anos. Em contraponto está Januária, com cerca de 8 habitantes por Km² e também foi eficiente em todos os anos. Assim, pode-se observar que houve microrregiões eficientes em diferentes níveis de densidade populacional.

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. Outro recorte possível para o estudo seria análise de macrorregiões ao invés de microrregiões e ainda a inclusão de outros fatores exógenos como a criminalidade e a vulnerabilidade social.

REFERÊNCIAS

- Afonso, A., & Aubyn, M. S. (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>
- Almeida, P. N. A. (2017). Análise Envoltória de Dados. In: Malbouisson, C., & Tiryaki, G. (Eds), *Econometria na Prática*. (1 ed.). Alta Books.
- Banker, R.D., Charnes, A., & Cooper, W.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. L., Azambuja, M. I., & 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. K., Hall, B. H., Hall, R. E., & Hausman, J. A. (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/constituicao/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/scsescf4/41.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.C., & Trivedi, P. K. (2005). *Microeconometrics Methods and Applications*. Cambridge University Press.
- Castaldo, A., Antonelli, M. A., 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>
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

- Correia, P. M. A. R., & Silva, F. L. G. (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/gs.v8i3.24886>
- Cornwall, A., & Shankland, A. (2008) Engaging citizens: Lessons from building Brazil's national health system. *Social Science & Medicine*, 66, 2173-2184.
<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.01.038>
- Faria, F. P., Jannuzzi, P. M., & Silva, S. J. (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>
- Farrel, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the royal Statistical Society*. 120 (3), 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferreira, C. M. C., & GOMES, A. P. (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. H. (2002). *Econometric Analysis*. (5 ed.). Pearson Education.
- Gujarati, D.N., & Porter, D.C. (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. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2005). *Análise Multivariada de Dados*. Bookman.
- Hsu, Y. The efficiency of government spending on health: Evidence from Europe and Central Asia. *The Social Science Journal*, 50 (1), 665-673, 2013.
<https://doi.org/10.1016/j.sosij.2013.09.005>
- 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. D. S., 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
- Mendes, E. V. (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://egestorab.saude.gov.br/paginas/ acessoPublico/relatorios/relHistoricoCoberturaAB.xhtml;jsessionid=0GeifkK751x4TufOkW4hgPB>
- Musgrave, R. A. (1973) *Teoria das Finanças Públicas: um estudo da economia governamental*. Atlas.
- Oates, W. E. (2005). Toward A Second-Generation Theory of Fiscal Federalism. *International Tax and Public Finance*, (12), 349–373.
<http://dx.doi.org/10.1007/s10797-005-1619-9>
- Pena, C. R. (2008). Um modelo de avaliação da eficiência da administração pública através do método análise envoltória de dados. *Revista de Administração Contemporânea*, 12 (1), 83-106. <https://doi.org/10.1590/S1415-65552008000100005>
- Polignano, M. V. (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://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2010/prt4279_30_12_2010.html.
- Prieto, M.F., & 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>
- Roberts, D. R., Chang, C. F., & Rubin, R. M. (2004). Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries. *Health Policy*, 69, 55–72.
<https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2003.12.002>
- Samut, P. K., & 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.
- SES-MG. (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
- Silva, J. L. M., & Queiroz, M. F. 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
- Silva, M. S. (2005). Teoria do Federalismo Fiscal: Notas sobre contribuições de Oates, Musgrave, Shah e Ter-Minassian. *Nova Economia*, 15 (1), 117-137.
<https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/447>
- Silva, R. G., & Vidal, M. B. (2008) Níveis de Eficiência nos serviços de saúde pública na região norte. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, 10 (18), 156-165.
<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/1048/826>
- Sousa, M. C., & 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>
- Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. Springer Science.

- Tiebout, C. M. (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. S., Martins, G. A., & Fávero, L. P. 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. M. (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>