

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS
MESTRADO ACADÊMICO DE ADMINISTRAÇÃO

Gustavo dos Santos Leal

**Avaliação de Microrregiões do Sudeste Brasileiro Quanto à Eficiência de Hospitais
Operacionalizados pelo SUS**

**Juiz de Fora
2018**

Gustavo dos Santos Leal

**Avaliação de Microrregiões do Sudeste Brasileiro Quanto à Eficiência de Hospitais
Operacionalizados pelo SUS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Administração. Área de Concentração: Gestão de Organizações.

Orientador: Dr. Lupércio França Bessegato

Juiz de Fora

2018

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Leal, Gustavo dos.

Avaliação de Microrregiões do Sudeste Brasileiro Quanto à Eficiência de Hospitais Operacionalizados pelo SUS / Gustavo dos Leal. -- 2018.

106 p.

Orientador: Lupércio França Bessegato

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Administração e Ciências Contábeis. Programa de Pós-Graduação em Administração, 2018.

1. Eficiência. 2. Análise por Envoltória de Dados. 3. Hospitais Públicos. I. Bessegato, Lupércio França, orient. II. Título.

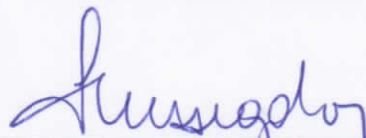
GUSTAVO DOS SANTOS LEAL

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉCNICA DE MICRORREGIÕES DO SUDESTE BRASILEIRO QUANTO À OPERACIONALIDADE DE HOSPITAIS DO SUS

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora do Curso de Pós-Graduação em Administração – Ênfase em Gestão, Tecnologia e Processos Organizacionais, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Administração.

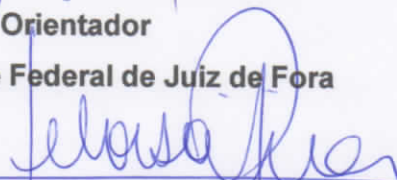
Aprovada em: 27 / 04 / 2018.

BANCA EXAMINADORA:

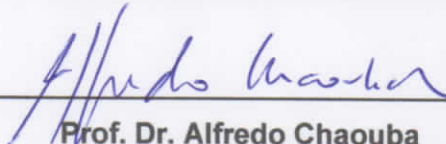


Prof. Dr. Lupércio França Bessegato
Orientador

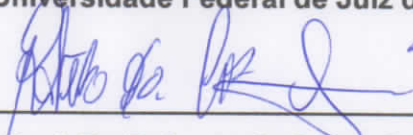
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Heloisa Pinna Bernardo
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Alfredo Chaouba
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Roberto da Costa Quinino
Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Agradeço a meus pais, Sonia e Francisco, pelo dom da vida, pelas oportunidades, suporte, troca de experiências, dúvidas sanadas e pelo apoio incondicional ao crescimento intelectual: serei eternamente grato a vocês. À minha mãe, especialmente, por acreditar, desde sempre, que os estudos levam a um melhor caminho. Ao meu pai por todas as conversas que temos, indicando-me caminhos a seguir.

À minha avó Iracy, pelo exemplo de chegar à sua idade com saúde e lúcida, tendo grande importância na minha vida. Espelho-me na senhora. Aos meus avós Silvio (*in memoriam*), Neide (*in memoriam*) e Francisco (*in memoriam*), vocês foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos, Eduardo e Felipe, pelas sugestões de vida e pelo exemplo que vocês são, dando-me oportunidade de aprendizado muito além da academia. Às minhas cunhadas, Andreia e Renata, por sempre estarem dispostas a me ajudarem no que eu precisar. Obrigado pelas dádivas chamadas João Felipe, Brenda e Ana Luiza que muitas vezes me tiraram o fardo com a inocência que só as crianças têm.

À minha futura esposa, namorada, amiga e noiva: Mariana. Obrigado por me fazer acreditar que sou o melhor de todos, por meio de apoio, afeto e paixão. Nunca me esquecerei do suporte dado, não só nesses dois anos de curso, mas desde que nos conhecemos. Obrigado por sonhar junto comigo. E muitas vezes, mais do que eu. Na verdade, palavras não são suficientes para demonstrar o quanto sou grato a você.

À Maria e Rogério, por serem pessoas maravilhosas. Agradecerei para sempre tudo o que fizeram e ainda fazem por mim, fornecendo-me muito mais do que eu esperava e merecia. Obrigado por acreditarem em mim e em minha capacidade. Ao Mateus e Marcos por alegrarem meus dias.

Agradeço à Fernanda, Paco e Patrícia, pelos momentos de companhia, contribuições, sugestões, conversas e pelos dias em que pude espairecer a mente com vocês. Obrigado por confiarem em mim.

Aos meus colegas e amigos de classe, por terem dividido comigo este momento de inflexão em nossas vidas. Ao Cajé pelas conversas sempre de alto nível econômico, histórico e filosófico. À Débora pelo apoio e por ser entusiasta de minha carreira e pelo exemplo de dedicação. À Gleice por mostrar que esforço e talento me farão alçar voos mais altos. Ao Marcelo por compartilhar comigo o ideal de liberdade.

Ao Rotary Club de Matias Barbosa Gov. Paulo Brandão por ter me dado a oportunidade de exercer aspectos referentes à liderança e ajuda humanitária.

Ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Juiz de Fora (PPGA/UFJF) por terem me selecionado para a primeira turma do curso. Foi uma honra. À Camila e à Laura pela dedicação.

Ao meu orientador Professor Lupércio França Bessegato (PPGA/UFJF), pelas lições de vida, pelos conselhos acadêmicos, pelas aulas que tive – não só nas disciplinas do curso, mas em todas as vezes que fui ao prédio do Departamento de Estatística da UFJF para nossas reuniões. Obrigado por me mostrar que ciência é muitas vezes procurar soluções simples para os problemas, além, é claro, de ter me indicado a continuar os estudos em uma área que pode me levar à redescoberta de mim mesmo.

Ao Professor Dr. Danilo de Oliveira Sampaio (PPGA/UFJF), por ter sido o coordenador deste curso, agindo para dar suporte aos alunos sempre que necessário.

Ao Professor Dr. Victor Cláudio Paradela Ferreira (PPGA/UFJF), pelas dicas e por demonstrar deleite em ministrar aulas e ensinar. São fatores que me servirão como guia na carreira acadêmica.

À Professora Ms. Livia Almada Neves (FACC/UFJF), por confiar em mim parte importante de sua disciplina e por ter me convidado a participar de um de seus projetos de pesquisa.

Ao Professor Dr. Virgílio César da Silva e Oliveira (PPGA/UFJF), pela gentileza de sempre, pelas conversas até em dia de paralização da faculdade. Por ouvir minhas ideias, muitas vezes mirabolantes, e me dar orientações quanto a vários aspectos antes nebulosos para mim. Pelos teores das conversas saio com muitas ideias para contribuir com a Teoria das Organizações.

À banca composta pela Dra. Heloísa Pinna Bernardo (PPGA/UFJF), Dr. Alfredo Chaoubah (ICE/UFJF) e Dr. Roberto da Costa Quinino (ICEx/UFMG) pelas pertinentes contribuições.

Ao Governo de Minas Gerais, representado pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais, pelo apoio financeiro, ressaltando que “Liberdade ainda que tardia” passa, fundamentalmente, por uma educação de qualidade e pela pesquisa. Ao CNPq e à CAPES pelo suporte.

Enfim, agradeço a todos os que de alguma forma fizeram parte deste caminho.

“Não nos esqueçamos nunca desta verdade universal: [...] não existe essa coisa de dinheiro público. Existe apenas o dinheiro dos pagadores de impostos. [...] Nós temos o dever de garantir que cada centavo que arrecadamos com a tributação seja bem gasto”.

Margaret Thatcher

RESUMO

O fato de não existir dinheiro público não exime o Estado de responsabilidades básicas com os cidadãos que habitam o território sob sua jurisdição. Entretanto, como em um serviço totalmente público não é guiado pelo sistema de preços, razão de ser de toda a organização, não se pode ter a certeza de que a oferta deste determinado tipo de serviço está sendo satisfatória. Assim, a análise de eficiência pode ser uma ferramenta para guiar os tomadores de decisão de organizações públicas.

Neste contexto, este trabalho se propõe a avaliar a eficiência quanto à operacionalidade de hospitais conduzidos pelo setor público nas microrregiões do sudeste brasileiro definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foram coletados dados oriundos do DATASUS de 2016 a fim de se aplicar técnicas estocásticas e determinísticas de mensuração da eficiência. Neste sentido foram propostos três modelos entre Análise por Envoltória de Dados e Análise de Fronteira Estocástica, para, posteriormente, encontrar as variáveis não controláveis que interferem na eficiência das unidades de produção, permitindo, portanto, a indicação de quais microrregiões são eficientes no manejo mencionado e a comparação dos resultados dos modelos propostos.

Palavras-Chave: Eficiência, Análise por Envoltória de Dados, Hospitais Públicos.

ABSTRACT

The fact that there is no public money does not take away the responsibility of the Government of basic responsibilities with the citizens who live in the territory under their jurisdiction. However, as in a fully public service there is no objective targeting that indicates consumer satisfaction, reason for every organization to exist, one cannot be sure that this particular type of service is being satisfactory. Thus, efficiency analysis can be a tool to guide decision makers from public organizations.

In this context, this work proposes to evaluate the efficiency of the operation of hospitals conducted by the public sector in the microregions of the Brazilian southeast instituted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics. Data were collected from DATASUS Data Base in the year of 2016 were collected in order to apply stochastic and deterministic techniques for measuring the efficiency. In this sense, were proposed three models between analysis by Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis, to subsequently to determine the exogenous variables to the direct control of the manager that interfere in the efficiency of the production units. Thus allowing the indication of which microregions are efficient in the management mentioned and the comparison of the results of various models.

Keywords: Efficiency; Data Envelopment Analysis; Public Hospitals

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de frequência quanto à classe de médicos (v036) per capita.....	63
Tabela 2 - Estatísticas descritivas de variáveis operacionais selecionadas	63
Tabela 3 - Microrregiões com Média de Permanência Hospitalar (v09) maior que 10 dias....	64
Tabela 4 - Microrregiões que apresentam quantidade de leitos por 1.000 habitantes (v034) maior que 2.	71
Tabela 5 - Valores atípicos da variável v036	71
Tabela 6 - Matriz de correlação entre as variáveis operacionais.	73
Tabela 7 - Classificação da Correlação de Pearson.	74
Tabela 8 - Matriz de Correlação das variáveis operacionais em escala logarítmica.	74
Tabela 9 - Resultados das modelagens propostas para quantificação de eficiência.	75
Tabela 10 - Estatísticas descritivas das medidas de eficiência dos modelos propostos.	78
Tabela 11 - Modelo de Fronteira Estocástica (SFA) H10 orientado a output.	79
Tabela 12 - Matriz de Correlação entre medida de eficiência do modelo H1 e variáveis exógenas.	82
Tabela 13 - Modelo de segundo estágio de Mínimos Quadrados Ordinários para explicar a eficiência do modelo H1.....	83
Tabela 14 - Matriz de Correlação entre H8 e variáveis explanatórias.....	86
Tabela 15 - Modelo de segundo estágio por Bootstrap com 1.000 replicações para explicar a eficiência do modelo H8.....	87
Tabela 16 - Matriz de correlação entre os escores de eficiência do modelo H10 e de variáveis explanatórias.	88
Tabela 17 - Modelo de segundo estágio por MQO para explicar a eficiência do modelo H10.	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes em comum de sistemas de saúde.	15
Figura 2 - Complexidade e níveis de atendimento do Sistema Único de Saúde.	26
Figura 3 - Estrutura Institucional e Decisória do Sistema Único de Saúde.	27
Figura 4 - Relação entre comunicação, conhecimento, dados, decisão e informação.	32
Figura 5 - Ecossistema, Sistema e Subsistemas.	36
Figura 6 - Eficiência sendo determinada não apenas pela parte operacional.	39
Figura 7 - Curva representativa de um processo de produção.	43
Figura 8 - Fronteiras de eficiência CCR e BCC.	47
Figura 9 - As unidades de saúde como um sistema produtivo.	53
Figura 10 - Histograma da variável v09 e de log (v09).	64
Figura 11 - Violin-plot da variável v09 por classificação da microrregião.	65
Figura 12 - Violin-plot da variável v09 por classificação de quantidade de médicos por 1.000 habitantes da OMS.	66
Figura 13 - Histograma da variável v011 e de log (v011).	66
Figura 14 - <i>Violin-plot</i> da variável v012 por classificação da microrregião.	67
Figura 15 - <i>Violin-plot</i> da variável v012 por classificação de quantidade de médicos per capita da OMS.	68
Figura 16 - Histograma da variável v026 e de log (v026).	69
Figura 17 - Violin-plot da variável v026 por classificação da microrregião.	69
Figura 18 - Histograma da variável v032 e de log (v032).	70
Figura 19 - Histograma da variável v034 e de log(v034).	70
Figura 20 - Histograma da variável v036 e de log (v036).	71
Figura 21 - Histograma da variável v037 e de log (v037).	72
Figura 22 - Histograma da variável v041 e de log (v041).	73
Figura 23 - Dendrograma da análise de cluster de variáveis exógenas com o corte proposto.	81
Figura 24 - Q-Q Plot dos resíduos da regressão de segundo estágio com os escores de eficiência de H1 como variável resposta.	84
Figura 25 - Valores previstos e resíduos da regressão do modelo H1.	85
Figura 26 - Valores previstos e resíduos da regressão do modelo H1.	88
Figura 27 - Q-Q Plot dos resíduos da regressão de segundo estágio do tipo MQO com os escores de eficiência de H10 como variável resposta.	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cronologia política, econômico-sociológica e desafios do sistema de saúde brasileiro.	22
Quadro 2 - Métodos de Análise para a eficiência e produtividade.....	42
Quadro 3 - Tipos de funções de produção e suas formas funcionais.	48
Quadro 4 - Autores e aplicações de modelos de eficiência no âmbito da saúde	57
Quadro 5 - Variáveis Operacionais selecionadas: nomes e <i>labels</i>	60
Quadro 6 - Microrregiões excluídas da análise por não possuírem ao menos um hospital operacionalizado diretamente pelo poder público, seja federal, estadual ou municipal.....	61
Quadro 7 - Classificação operacional de variáveis selecionadas.	62
Quadro 8 - Modelos propostos para quantificação da eficiência.....	75
Quadro 9 - Clusters sugeridos após análise do dendrograma pós análise hierárquica.	81
Quadro 10 - Variáveis não controláveis selecionadas.	82
Quadro 11 - Resumo dos resultados de segundo estágio entre os diversos modelos de primeiro estágio propostos.	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	UMA DISCUSSÃO ENTRE OFERTA DE SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA E PRIVADA E SISTEMAS DE SAÚDE AO REDOR DO MUNDO	13
3	O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE BRASILEIRO	18
4	TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES, ECONOMIA ORGANIZACIONAL E A TOMADA DE DECISÃO	29
5	CONCEITOS DE EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DE SISTEMAS PRODUTIVOS ...	38
6	REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE MODELAGEM DE EFICIÊNCIA	42
6.1	ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS	44
6.2	FRONTEIRAS PARAMÉTRICAS ESTOCÁSTICAS DE PRODUÇÃO	48
7	REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE MODELOS DE EFICIÊNCIA APLICADOS A UNIDADES DE SAÚDE	52
7.1	UNIDADES DE SAÚDE COMO ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS E MODELOS DE EFICIÊNCIA	52
7.2	MODELOS DE EFICIÊNCIA APLICADOS A UNIDADES DE SAÚDE	53
8	VARIÁVEIS ANALISADAS E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	60
8.1	VARIÁVEIS ANALISADAS, CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DISCREPÂNCIAS	60
8.2	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	63
9	RESULTADOS E DISCUSSÕES	75
9.1	ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E COMPARAÇÃO ENTRE MODELAGENS.....	75
9.2	DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA DE HOSPITAIS OPERACIONALIZADOS PELO SUS (SEGUNDO ESTÁGIO)	80
10	CONCLUSÃO	92
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE A – VARIÁVEIS, SIGNIFICADOS E CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS.	99

1 INTRODUÇÃO

Avaliar a eficiência do setor de saúde mostra-se importante para as políticas públicas e privadas, estas últimas para garantir o que delas se esperam: o lucro e as primeiras para garantir a continuidade de uma atividade considerada como primordial, pois sua principal qualidade é a de gerir e cuidar de um bem particular considerado como um direito fundamental para o ser humano, garantindo o que é estabelecido pelo Art. 196 da Constituição Federal de 1988, proporcionando meios de estimular a equidade no acesso à saúde a todo cidadão brasileiro.

Porém, enquanto a maioria dos bens e serviços são mais bem desenvolvidos pelo mercado, seja na produção, na distribuição e na eficiência econômica, há na literatura acadêmica especializada em gestão e Economia da Saúde um consenso de que os serviços de saúde devam totalmente ser fornecidos pelo Estado, ou pelo menos altamente regulados. (PROITE; SOUSA, 2004).

Este argumento se deve ao fato de que nesse tipo de serviço a informação assimétrica é bem acentuada (IUNES, 1995). Segundo Arrow (1963) o mecanismo de oferta e demanda do setor de saúde é completamente distinto de outras atividades, pois se encontra em um ambiente de demanda irregular, sendo completamente imprevisível quando uma pessoa precisará de um atendimento médico, pelo menos no caso em que sua demanda seja muito inelástica, ou quando a racionalidade do consumidor é afetada pelo receio de que algo pior venha a ocorrer.

Outro fator identificado pelo autor é que o fenômeno da curva de aprendizado não pode ser considerado neste mercado para amenizar riscos. Os pacientes não podem se espelhar em procedimentos similares anteriores, pois não há a garantia de que o processo terá o mesmo resultado ao final. Além disso, a ética entre os médicos não permite a divulgação ou a propagação de propagandas, diminuindo o acesso à informação, inclusive de preços praticados pela concorrência.

Arrow (1963) argumenta também que os médicos possuem incentivos à cobrança de preços diferenciados de seus clientes. Geralmente, por conhecer de forma profunda seus pacientes, conseguem praticar a discriminação de preços, inclusive a de primeiro grau¹. Muitas vezes, adotam-se preços completamente descolados dos custos, aproveitando-se muitas vezes da assimetria informacional a respeito da verdadeira condição do paciente.

¹ Varian (2006) define discriminação de preços como o poder da organização de cobrar preços diferenciados de seus consumidores, aproveitando-se de informações estabelecidas. A discriminação de preços de primeiro grau consiste em cobrar de cada consumidor o maior preço que ele estaria disposto a pagar por um determinado bem ou serviço ofertado.

Desta forma os serviços de saúde necessitam que sejam fornecidos pelo Estado, a fim de possibilitar o acesso ao serviço, dentro dos princípios do mesmo, e o bem-estar geral (PROITE; SOUSA, 2004). Desta forma, considerando que: 1) os recursos existentes na sociedade são escassos (FRIEDMAN, 1977); 2) a medida de satisfação social de uma organização é o lucro que ela auferir (ROTHBARD, 2012), sendo que a sociedade define o preço, a quantidade e a qualidade de determinado bem ou serviço por meio de sua demanda (MENGER, 1983); 3) como os serviços ofertados pelo Estado não possuem este mecanismo para o controle de suas atividades, não se pode saber ao certo se satisfaz ou não os consumidores ao menor custo (ROTHBARD, 2012) e; 4) sendo um dos papéis do Estado garantir o acesso da população a suas necessidades da melhor forma possível (HAYEK, 2013), é importante ter-se medidas de análise de eficiência dos serviços públicos, mesmo as que não consideram a medida lucro.

Koopmans (1951; 1957) e Debreu (1951) foram os primeiros a examinarem de forma sistemática o conceito de eficiência. Koopmans (1951) apontou que uma organização é eficiente, dada uma determinada tecnologia, se, e somente se, está em uma condição de não conseguir aumentar a produção ou diminuir a quantidade de insumos, não interferindo em outros vetores de produção. Houaiss (2001) argumenta que eficiência é uma característica que pode ser atribuída a qualquer unidade que consegue extrair o máximo de rendimento com o mínimo de dispêndios, seja de energia, mão de obra, recursos financeiros ou tempo.

Não houve autor, entretanto, que exerceu mais influência sobre o assunto do que Farrell (1957). Apesar de ter limitações em seus estudos – que se concentrou apenas em casos mais simples, como os que contêm um insumo e um produto. Ele decompôs, segundo Ferreira e Gomes (2009) as medidas de eficiência em duas: eficiência técnica (relacionada a treinamento de mão-de-obra, à tecnologia empregada, qualidade do material etc.) e eficiência alocativa (relacionada a habilidade de alocar, da melhor maneira possível, os recursos econômicos de produção).

Cesconetto, Lapa e Calvo (2008) consideram que os estudos de eficiência produtiva Pareto-Koopmans consideram principalmente essas duas componentes já mencionadas: eficiência técnica ou física, que se refere à habilidade de evitar desperdícios, seja na utilização de quantidade de insumos maior que o necessário, seja na quantidade de produção menor que o potencial e; eficiência alocativa ou econômica, que considera a habilidade uma organização em maximizar a receita ou minimizar os custos.

Neste contexto foram desenvolvidas técnicas tanto estocásticas quanto determinísticas para mensurar a eficiência, tais como: Fronteira Determinística de Produção (DFA), Fronteira Estocástica de Produção (SFA), Fronteira Bayesiana de Produção (FBP) – que representam as técnicas estocásticas - a Análise por Envoltória de Dados (DEA) – sendo esta uma técnica não paramétrica para a determinação da fronteira de produção (FERREIRA; GOMES, 2009).

O que se pretende responder com a dissertação de mestrado é: quais os determinantes da eficiência das microrregiões definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) quanto à operacionalidade técnica de hospitais pelo sistema público no Sudeste Brasileiro? Seu objetivo geral é determinar quais variáveis operacionais e não controláveis ao SUS que interferem na eficiência dos sistemas de saúde nessa região, sendo os objetivos específicos:

- a) Identificar os conjuntos de insumos (*inputs*) e produtos (*outputs*) relevantes e que serão utilizados nos modelos;
- b) Identificar e aplicar os modelos paramétricos e não paramétricos adequados, inclusive de dois estágios se apropriados;
- c) Identificar as microrregiões eficientes e ineficientes;
- d) Criar modelos de regressão que explique os determinantes da eficiência técnica, utilizando como variável dependente a eficiência calculada.

A partir deste ponto este trabalho está dividido em 9 seções, que seguem: uma pequena discussão entre oferta de serviços de saúde pública e privada e sistemas de saúde ao redor do mundo; o Sistema de Saúde Brasileiro; a saúde e a tomada de decisão no contexto da teoria das organizações; conceitos de eficiência e eficácia de sistemas produtivos; metodologia; referencial teórico; análise exploratória dos dados; resultados e discussões e conclusão.

2 UMA DISCUSSÃO ENTRE OFERTA DE SERVIÇOS DE SAÚDE PÚBLICA E PRIVADA E SISTEMAS DE SAÚDE AO REDOR DO MUNDO

A teoria econômica organizacional clássica pressupõe que as quantidades produzidas e a determinação dos preços se dão por meio da interação entre oferta e demanda. Ou seja, em uma economia desimpedida e em mercados propícios ao desenvolvimento do livre mercado, o bem-estar econômico social, medido pelo somatório do excedente do consumidor com o excedente do produtor, é maximizado: as firmas praticariam a regra de igualar o preço ao custo marginal (que corresponde ao custo de se produzir mais uma unidade do bem ou serviço em questão) a fim de maximizar o lucro (PINDICK; RUBINFELD, 2002).

O fenômeno da empresa igualar o preço ao custo marginal só é possível se o mercado no qual a organização está inserida é classificada como concorrência perfeita que, segundo Pindyck e Rubinfeld (2002) é um tipo de mercado que possui as seguintes características, as quais são fundamentais para a maximização do bem-estar econômico – que se refere ao somatório do bem-estar dos consumidores, medido pelo excedente do consumidor, e dos produtores, medido pelo excedente do produtor².

- 1) Homogeneidade de produtos;
- 2) Livre entrada e saída de empresas;
- 3) Ausência de externalidades;
- 4) Muitos compradores e muitos vendedores que não podem exercer influência sobre os preços.

Arrow (1963) argumenta, entretanto, que na atividade da saúde nenhuma dessas características são observadas, ocorrendo diversas falhas de mercado que, segundo alguns teóricos, necessitam da intervenção estatal para suas correções. Dentre essas lacunas podem-se destacar: altas barreiras à entrada, problemas de agência, informação assimétrica e riscos elevados.

Esses problemas levam à necessidade de intervenção estatal, seja por meio de regulações ou por meio de monopólio, a fim de proteger o interesse dos consumidores, frente ao grande poder de mercado e, conseqüentemente, ao Índice de Lerner³ favorável das organizações deste

² O excedente do consumidor é medido pela diferença do quanto cada consumidor pagaria por um bem ou serviço pelo o que é realmente pago. E excedente do produtor é dado pela diferença entre o preço de um bem ou serviço produzido pelo custo marginal de produção (VARIAN, 2006).

³ Índice de Lerner mede a concentração de mercado de determinada organização. É calculado da seguinte forma: $IL = P - CMg/P$, para IL = Índice de Lerner; P = Preço e; CMg = Custo Marginal.

setor. No entanto a discussão se o Estado deve intervir de forma direta ou não pode ser exemplificada muito além do que em Arrow (1963), dado que Hayek (2013) e Friedman (1977) afirmam que quando o Estado procura consertar alguma falha de mercado, o resultado geralmente é pior do que o estado inicial. Entretanto, Lucas (1988) argumenta que o Estado deveria se concentrar em gastos que ele denomina de produtivos, isto é, àqueles que direta ou indiretamente contribuiriam com a produção de bens e serviço no longo prazo, o que incluiria: segurança, educação e saúde.

Fiani (1998) define regulação como “ação do Estado que tem por finalidade a limitação dos graus de liberdade que os agentes econômicos possuem no seu processo de tomada de decisões”. Isto é, o poder do aparato estatal de intervir em processos de produção de bens e serviços reorientando o que o mercado daria como sinalização (SANTOS; MERHY, 2006). Desta forma, as ações do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE), da Agência Nacional de Saúde (ANS) e as legislações brasileiras seriam formas de regular a atividade de qualquer setor econômico, inclusive dos serviços de saúde, que ainda possui os conselhos profissionais atuando de forma significativa nas ações

Importante destacar que teóricos que defendem um livre mercado argumentam que as ações desses órgãos, ao contrário do que os pró-regulação afirmam, atuam mais para garantir o interesse das organizações em detrimento do interesse social (MISES, 2010). Isto se daria pela ação dos *rent seeking* (OLSON, 1965), ou seja, grupos de pressão que atuam constantemente junto a órgãos reguladores com o objetivo de aumentar o poder de mercado de seus representados.

Desta forma, é importante a forma como se organizam os sistemas de saúde. Um sistema de saúde é, segundo Lobato e Giovanella (2012), um conjunto de instituições e agentes que, ao se relacionarem nos âmbitos social, político e econômico, determinam como serão conduzidos os processos referentes à saúde de uma determinada população em um determinado território, que têm por objetivo o alcance de resultados previamente estabelecidos.

Nunes (2015) afirma que os sistemas de saúde, apesar de possuírem características especiais que os distinguem uns dos outros, mostram algumas qualificações em comum, podendo ser analisados por três componentes específicos: modelos de gestão, que refletem o ambiente político; modelos de financiamento, que refletem a estrutura política e institucional dos países dos quais os sistemas estão inseridos; e os modelos assistenciais.

A interação de cada força mencionada, determina as características dos sistemas de saúde, como apresentado na Figura 1. Conforme pode ser observado, um sistema de saúde é o

resultado da interação dos componentes em questão, dependendo da força de cada um para ser classificado segundo as áreas A; B; C; D; E; F e G. Como este trabalho se propõe a analisar e eficiência das microrregiões quanto à operacionalidade de seus hospitais públicos, concentrar-se-á no componente *modelo de gestão* (B).

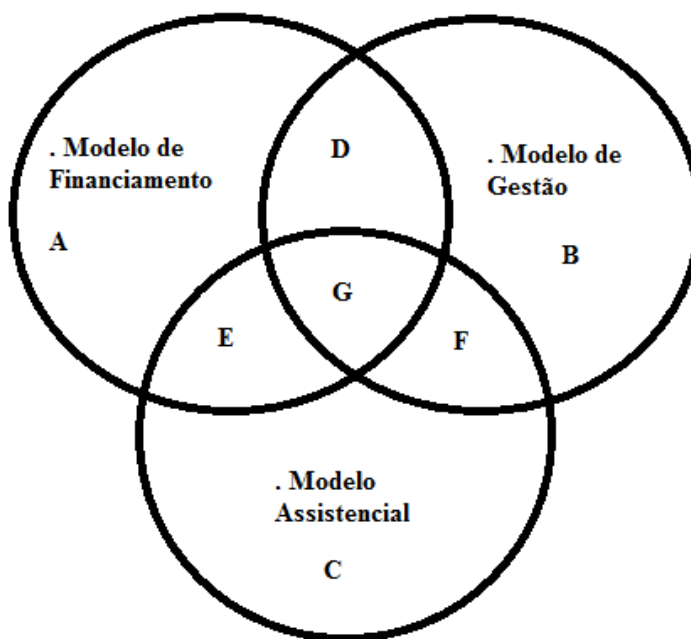


Figura 1 - Componentes em comum de sistemas de saúde.
Fonte: adaptado de Nunes (2015).

Lobato e Giovanella (2012) argumentam que o desenvolvimento do sistema depende consideravelmente da atuação do Estado sobre os serviços de saúde, pois pode atuar nos mais diversos âmbitos do cuidado à saúde, ou seja, desde a prevenção até o tratamento de doenças. Segundo os autores, os sistemas de saúde podem ser classificados segundo três perspectivas: estruturas de recursos humanos; tipos de serviços e insumos utilizados. Este trabalho se balizará nos aspectos operacionais da eficiência do sistema brasileiro, mais especificamente nas microrregiões estabelecidas pelo IBGE do sudeste nacional.

Os sistemas, entretanto, podem ser influenciados por aspectos culturais e históricos que determinam a forma com que são conduzidos pelos seus gestores (NUNES, 2015), inclusive os de saúde. Segundo Lobato e Giovanella (2012) existem quatro classificações de modelos de sistemas de saúde: o modelo universalista – que possui como característica fundamental o financiamento público, por meio de impostos e tendo como contrapartida o acesso universal aos serviços públicos prestados, inclusive por trabalhadores formais e não formais; o modelo do seguro social – que incorre em pagamento obrigatório à população de um seguro, excluindo

do sistema as pessoas que, por algum motivo, não possuem condições de pagar; modelo de seguros privados – assemelha-se ao modelo de seguros, mas possui seu funcionamento atrelado a organizações de cunho privado, possuindo baixa regulação e; modelo assistencialista (ou de proteção social) – este modelo, de cunho liberal, possui como premissa que a saúde não é um direito, mas um bem, que, inclusive, se deprecia ao longo do tempo. Assim, o Estado fornece os serviços de saúde apenas a pessoas declaradamente sem condições de pagar pelos serviços.

Dentro do contexto de surgimento histórico dos sistemas de saúde a Lei dos Cercamentos instituída na Inglaterra no século XVI e a Revolução Industrial iniciada no século XVIII proporcionou condições operacionais, financeiras e estruturais para que o Estado agisse a fim de proporcionar a seus cidadãos uma melhor condição de acesso aos serviços de saúde (MISES, 2010).

Foi nesta perspectiva que, mesmo pulverizado entre países, o sistema europeu de saúde nasceu. Na Alemanha o Estado tomou a responsabilidade para si durante a guinada para o capitalismo de Bismarck, que apesar da política econômica liberal, apresentava políticas conservadoras, inclusive em assuntos do âmbito da saúde (LOBATO; GIOVANELLA, 2012).

Segundo Lobato e Giovanella (2012) possuir um plano de saúde atualmente na Alemanha é obrigatório até um teto de nível de renda estipulado pelo Estado. Aqueles que possuem um nível de renda maior são livres para escolher se querem ou não um plano de saúde, ou se desejam um plano privado ou estatal. Por este motivo, o sistema de saúde alemão é classificado como de seguridade social. Existem diversas seguradoras públicas atuando como empresas privadas, disputando parcelas de mercado. Entretanto, a fim de manter o equilíbrio entre produtores e consumidores, a Alemanha possui forte regulação estatal sobre o setor e ocupa o terceiro lugar no mundo de gastos com a saúde pública.

Já no Reino Unido, segundo Nunes (2012) o sistema de saúde nacional foi criado em 1948, já com a proposta de ser universalista e igualitário nos atendimentos de prevenção e de cura, fornecendo um sistema inclusivo como um todo. Não obstante possuir arrecadação federal de impostos para a saúde, a gestão dos sistemas difere entre Inglaterra, Escócia, Irlanda do Norte e País de Gales, apresentando dificuldades em atender a todos em tempo razoável, pois há pacientes que esperam até 18 meses para uma cirurgia. Por este motivo pacientes são até encaminhados a outros países, como França e Alemanha, para tratamento (NUNES, 2012).

O sistema de saúde francês, que já foi considerado o melhor do mundo em 2011 pela Organização Mundial de Saúde (OMS), lembra em termos de organização o sistema alemão, sendo financiado por meio de seguridade social. O Estado tem papel central na organização do

sistema como um todo, regulando instituições financeiras que intermediam os pagamentos dos serviços, médicos e pacientes. O financiamento se dá pelo empregador⁴ e o consumidor possui grande liberdade de escolha onde procurar atendimento.

A Suécia, de acordo com Nunes (2015), aboliu em 1969 as organizações privadas de saúde que atuavam com hospitais. Atualmente toda população possui acesso ao sistema de saúde público e menos de 10% dos médicos do país atuam no sistema privado (clínicas). Por este motivo, pode-se classificar este sistema como universalista.

Nos Estados Unidos da América (EUA) o sistema de saúde (*Medicare*) é, entre os países industrializados, o mais distinto. Apesar de possuírem o gasto per capita mais alto do mundo em saúde, segundo Lobato e Giovanella (2012), o sistema apresenta resultados inferiores se comparado aos principais países europeus, cujos sistemas são, em maior parte, universalistas ou previdenciários. Os EUA possuem, de forma geral, três programas que são os responsáveis pela organização da saúde em território estadunidense: programas governamentais nacionais; programas federais e estaduais e; sistemas privados em seus mais diversos níveis. Esses sistemas não se encaixam de forma razoável criando diversos problemas para o sistema como um todo (NUNES, 2012).

O *Medicare* apresenta algumas características que o levam à instabilidade. É extremamente dependente da condição de trabalho do segurado, além de estar sujeito à boa vontade dos empresários, que podem, por si só, instituir períodos de carência aos trabalhadores e não cobrirem determinadas intervenções médicas caso a pessoa mude de emprego. Desta forma, os estadunidenses ficam períodos sem cobertura médica. Possuem direito ao acesso à saúde irrestrito apenas os cidadãos com comprovada situação social delicada.

Conforme pode ser observado, os sistemas de saúde se modificam conforme contexto cultural, social e econômico, adaptando-se às mudanças externas para tentarem atender a população da melhor forma possível. Neste contexto, a mensuração da eficiência das unidades de saúde é útil para que o Estado tenha um balizamento de como os seus recursos estão sendo consumidos em um gasto considerado como produtivo (LUCAS, 1988) e, adicionalmente, ter base de comparação com os resultados alcançados pelo setor privado, para obter ou servir como benchmarking e gerar embasamento para regular essa atividade.

⁴ Aqui cabe uma ressalva. Se a elasticidade preço da demanda for inelástica tem-se que quem verdadeiramente paga as contribuições são os consumidores. Elasticidade preço da demanda é a medida que indica a resposta da quantidade demandada a um aumento de 1% de preços.

3 O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE BRASILEIRO

O colonialismo de exploração de Portugal sobre o Brasil, que ocorreu no período de 1500 a 1822, marcou pouca preocupação social do colonizador sobre a colônia, pois a colonização não se deu em forma de povoamento. Neste período, especificamente no Século XVI, as poucas ações de saúde na colônia se destacam por meio da criação de Santa Casas de Misericórdia em Santos, São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Belém e Olinda, apresentando uma organização do sistema como um todo muito precária (PAIM et al., 2013). A organização de saúde se espelhava na de Portugal, sendo a metrópole a responsável direta pela sua manutenção. Este fato se modificou com a transferência da família real para o Brasil em 1808, no qual foi preparado o suporte para que em 1828 a responsabilidade da saúde pública fosse repassada para os municípios (BIZELLI, BIZELLI; CASTANHEIRA, 2015).

Após a abolição da escravatura, em 1888, e a proclamação da República em 1889, o Brasil mergulhou em uma fase dominada pela oligarquia, sem um senso de unidade nacional, problema que residia principalmente na grande miscigenação dos cidadãos que moravam no território brasileiro (LIMA et al., 2005). A constituição de 1891 garantia que a responsabilidade pela saúde e pela educação do povo era responsabilidade do Estado brasileiro, sendo que o mesmo delegou aos estados esta função. No entanto, a grande antinomia entre o capital e o trabalho bem presente nesta época⁵, e a estrutura oligárquica do país, fizeram com que a assistência em saúde ficasse sob encargo dos próprios trabalhadores, que muitas vezes se uniam a fim de criarem fundos de assistência por invalidez, doença e morte (DAMASCENO, 2014).

Desta forma, as próprias políticas públicas de saúde, ainda incipientes no início do século XX, encontravam dificuldades em termos de aceitação sobre a população. Esta conjuntura se modificou com o acolhimento por parte da elite política, de cientistas e de intelectuais da época, por meio de uma articulação denominada Movimento Sanitarista, da ideia de que para se criar uma identidade nacional brasileira era imprescindível a criação de políticas públicas sistemáticas no âmbito da educação e da saúde, inclusive com campanhas para conscientização sobre a população da importância de aceitá-las (LIMA et al., 2005). A percepção do Estado a respeito dessa necessidade, fazia com que muitas vezes fosse utilizada a força para se tratar de casos de epidemias, como a de febre amarela, a varíola, a tuberculose e a lepra. Desta forma, as ações de saúde mais pareciam mobilizações de guerra do que

⁵ Importante considerar que as divergências existentes se dão, principalmente, no âmbito salarial, já que o que torna uma nação rica é a produtividade de seus trabalhadores, muito ajudada pelo acúmulo de capital na sociedade (MISES, 2010).

propriamente de saúde (PAIM, 2009). Portanto, foi neste período que os alicerces para a construção de um sistema único nacional de saúde foram construídos.

Já a primeira Era Vargas (1930-1945) é reconhecidamente um período em que as políticas sociais foram desenvolvidas de forma mais robusta (MEDEIROS, 2001), criando uma estrutura voltada para a proteção social, estrutura essa que em muitos casos se configura até os dias atuais. No âmbito econômico, Getúlio Vargas assumiu o país em meio às consequências severas da Crise de 1929. O presidente e sua equipe decidiram não só por priorizar o agronegócio no curto prazo, mas por também implementar a diversificação da matriz econômica do Brasil, dado o surto industrial que ocorreu na década de 30 (GIAMBIAGI et al., 2011).

Essa forma de conduzir a política econômica brasileira trouxe à tona discussões e embates no campo do poder e oxigenação do campo ideológico, no qual destaca-se a discussão sobre o papel do Estado na sociedade diante das mais diversas dificuldades que a sociedade enfrentava. O discurso do Estado Nacionalista ganhou adeptos neste período (LIMA et al., 2005) da influência que o fascismo exercia no governo brasileiro, do recente rejuvenescimento do ideal marxista que permeava grande parte da oposição do Estado e da ascensão do keynesianismo.

A partir dessas mudanças institucionais do Estado brasileiro e pela tentativa de nova configuração política, social e econômica, as alterações estruturais no campo da saúde demoraram quatro anos para ocorrerem. Segundo Santos et al. (2009), o Estado brasileiro optou pela dualidade institucional na condução das políticas públicas em saúde, por meio da criação do Ministério da Educação e Saúde Pública (MESP) e do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio (MTIC).

O primeiro se dedicou à saúde pública em si e o segundo à saúde previdenciária, ou seja, era restrito às pessoas que estavam inseridas de maneira informal no mercado de trabalho. Desta forma, ao MESP foi designado ao cuidado da saúde da população mais carente, ou seja, dos pobres, desempregados ou que exerciam algum tipo de atividade informal. Foram privados então de usufruírem os benefícios providos pela previdência (MACHADO, 2013). A saúde previdenciária foi oficialmente absorvida pelo Estado brasileiro por meio da implementação dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs). A criação desses institutos separou de maneira obtusa a prevenção e a cura, a assistência individual e coletiva, a promoção e a proteção em detrimento à recuperação e à reabilitação da saúde. Esta dicotomia perdurou por vários anos,

sendo uma das marcas do sistema de saúde do Brasil até a criação do atual Sistema Único de Saúde.

Com a queda do primeiro Governo Vargas e a eleição do oficial do Exército Eurico Gaspar Dutra (1945-1950), a política econômica foi caracterizada pela mudança no âmbito do comércio exterior, adotando regime de controles de câmbio e implementando o regime de contingenciamento às importações (GIAMBIAGI et al., 2011). Desde o início, o Governo percebeu que um dos maiores problemas a ser enfrentado era a inflação de preços. O controle sobre as importações e o câmbio sobrevalorizado foram um grande estímulo para dar um impulso na industrialização brasileira. Aumentaram-se de forma significativa os empregos formais no período, fazendo com que o Estado brasileiro priorizasse as políticas de saúde previdenciárias.

No segundo Governo Vargas (1951-1954) a política de saúde pública nacional se caracterizou pela verticalização da tomada de decisão, culminando com a criação do Ministério da Saúde em 1953, que instituiu o Serviço Especial de Saúde Pública (SESP) por meio de um convênio com os Estados Unidos da América (EUA). A consequência direta deste convênio foi a transformação no combate a certas doenças consideradas não prioritárias, por meio de ações isoladas e centralizadas no Governo Federal. Entretanto, em relação a outras doenças, o Estado continuou a agir de forma sistemática, como o esforço para erradicar a malária, o combate à tuberculose, por meio da vacina BCG e ações contra a malária (DOMINGUES; TEIXEIRA, 2013).

No período subsequente, correspondente ao mandato de Juscelino Kubitschek (1956-1960) o país alcançou um grande desenvolvimento econômico, com estímulo às indústrias, impactando de forma significativa a atividade farmacêutica e de equipamentos hospitalares (LIMA et al., 2015). Este incentivo privilegiou, no médio e longo prazos, os serviços particulares de saúde em detrimento dos serviços públicos, criando-se a chamada medicina de grupo que eram serviços de saúde ofertados por organizações privadas a grandes empresas com incentivos fiscais do Governo (OCKÉ-REIS, 2000).

Com o avanço da chamada medicina liberal, o sistema de saúde brasileiro tendia, cada vez mais, a se parecer com o sistema estadunidense de saúde, no qual há diversas organizações privadas e estatais que ofertam serviços de saúde a quem têm condições de pagar por ela (PAIM, 2009). Para se ter uma ideia do tamanho do problema de reformar o sistema de saúde nacional, havia em 1975 cerca de 70 órgãos que atuavam diretamente com ações em saúde no Brasil (PAIM, 2009).

O sistema de saúde brasileiro era classificado por: insuficiente, mal distribuído, descoordenado, inadequado, ineficiente e ineficaz. Para tentar contornar o problema, no mesmo ano foi criado o Sistema Nacional de Saúde, visando unificar todo o sistema, além de reforçar o orçamento do Ministério da Saúde (LIMA et al., 2015). Entretanto, não foi neste ponto histórico que o sistema foi unificado. A criação do Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS), que correspondia a uma autarquia federal equivalente a hoje o Ministério da Previdência Social, tornou ainda mais evidente a dicotomia serviços de saúde para empregados formais e para trabalhadores informais (OCKÉ-REIS, ANDREAZZI; & SILVEIRA, 2005).

Na mesma década, para tentar resolver o problema da diferenciação por classes no acesso à saúde, muitos movimentos sociais, por meio de sociedades, associações e centros científicos, criaram uma central sindical na área a fim de defenderem o acesso democrático à saúde. Este movimento ficou conhecido como Movimento pela Democratização da Saúde ou simplesmente RSB (ESCOREL, 1999).

Este movimento propôs em 1979 o primeiro esboço do que viria a se constituir o Sistema Único de Saúde, elencando diversos princípios e diretrizes que tentavam validar a sua criação, o que levou à discussão no cerne do Congresso Nacional durante a década de 80 e à ação do Governo Federal em relação ao desdobramento de acordos de convênio entre o governo Federal, Estadual e Municipal, com o objetivo de integrar e manter a unidade do sistema de saúde vindouro.

Neste contexto, o Sistema Único de Saúde (SUS) aparece como um elemento fundamental da Reforma Sanitária Brasileira, que garantiu, por meio da Constituição Federal de 1988, que a sociedade deve ter direito universal à saúde e dever do Estado de suprir à população com informações e procedimentos que garantam a busca e manutenção por uma vida saudável. Importante este aspecto, pois segundo Brito (2007), a estrutura etária piramidal da população brasileira está passando por uma profunda reforma, já que o percentual de pessoas idosas em 1960 era de 2,7%, evoluiu para 5,4% em 2000 e poderá chegar a aproximadamente 20% em 2050, fazendo com que os serviços de saúde sejam mais demandados.

O Quadro 1 resume, de forma cronológica, os contextos econômico, sociológico, político e a estrutura do sistema de saúde, além dos principais desafios enfrentados pelos gestores de cada período.

Quadro 1 - Cronologia política, econômico-sociológica e desafios do sistema de saúde brasileiro.

Período	Contexto Econômico e Sociológico	Contexto Político	Sistemas de Saúde	Principais desafios da saúde
Colonialismo português (1500-1822)	<ul style="list-style-type: none"> . Exploração de matérias-primas; . Monopólio comercial por Portugal. 	<ul style="list-style-type: none"> . Controle político e cultural de Portugal. 	<p>Século XVI:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Criação de hospitais de Santa Casa de Misericórdia em Santos, São Paulo, Bahia, Rio de Janeiro, Belém e Olinda. . Organização sanitária incipiente. 	<ul style="list-style-type: none"> . Doenças pestilenciais; . Assistência à saúde para a população.
Império (1822-1889)	<ul style="list-style-type: none"> . Abertura dos portos (1808), surgimento do capitalismo moderno e início da industrialização. 	<ul style="list-style-type: none"> . Centralismo político e sistema de coronelismo, que dava aos grandes proprietários de terra o controle político de províncias e localidades. 	<ul style="list-style-type: none"> . Estruturas de saúde com ênfase na polícia sanitária; . Administração da saúde centrada nos municípios; . Criação das primeiras instituições de controle sanitários dos portos e de epidemias (1828 e 1850). 	<ul style="list-style-type: none"> . Doenças pestilenciais e prioridade da vigilância sanitária (portos e comércio).
República Velha (1889-1930)	<ul style="list-style-type: none"> . Economia agroexportadora (capital comercial), crise do café e insalubridade nos portos. 	<ul style="list-style-type: none"> . Estado liberal-oligárquico, revoltas militares e emergência das questões sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> . Diretoria Geral da Saúde Pública (DGSP, 1897); . Reformas das competências da DSGP (Oswaldo Cruz; 1907); . Caixas de Aposentadoria e Pensão (Lei Eloy Chaves; 1923); . Incipiente assistência à saúde pela previdência social; . Dicotomia entre saúde pública e previdência social. 	<ul style="list-style-type: none"> . Doenças pestilenciais (febre amarela, varíola, peste) e doenças de massa (tuberculose, sífilis, endemias rurais)
Ditadura Vargas (1930-1945)	<ul style="list-style-type: none"> . Industrialização, mas com manutenção da estrutura agrária. 	<p>“Estado Novo” (nazifascismo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> . Saúde pública institucionalizada pelo Ministério da Educação e Saúde Pública; . Previdência social e saúde ocupacional institucionalizadas pelo Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio; . Campanhas de saúde pública contra a febre amarela e a tuberculose; . Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAP) estendem a previdência social à maior parte dos trabalhadores urbanos (1933-1938). 	<ul style="list-style-type: none"> . Predominância de endemias rurais (Doença de Chagas, esquistossomose, ancilostomíase, malária), tuberculose, sífilis e deficiência nutricionais.
Instabilidade democrática (1945-1964)	<ul style="list-style-type: none"> . Substituição das importações, rápida urbanização, migrações em massa, advento da indústria automobilística, penetração do capital internacional. 	<ul style="list-style-type: none"> . Governos liberais e populistas. 	<ul style="list-style-type: none"> . Criação do Ministério da Saúde (1953); . Leis unificaram os direitos de previdência social dos trabalhadores urbanos (1960); . Expansão da Assistência Hospitalar; . Surgimento de empresas de saúde. 	<p>Emergência de doenças modernas (doenças crônicas degenerativas, acidentes de trabalho e de trânsito).</p>

- Continua -

- Continuação -

Período	Contexto Econômico e Sociológico	Contexto Político	Sistemas de Saúde	Principais desafios da saúde
Regime militar (1964-1985)	<ul style="list-style-type: none"> . Internacionalização da economia; . Milagre econômico (1968-1973); . Penetração do capitalismo no campo e nos serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> . Golpe militar (1964); . Reforma administrativa (1966); . Crise política (eleições de 1974); . Abertura política lenta, segura e gradual (1974-1979); . Criação do Centro Brasileiro de Estudos de Saúde; . Movimentos sociais efervescentes; . 1º Simpósio de Política de Saúde do Congresso (1979); . Transição política (1974-1984); . Criação da Associação Brasileira em Pós-Graduação em Saúde Coletiva (1979). 	<ul style="list-style-type: none"> . Instituto de Aposentadoria e Pensões (IAP) unificados no Instituto Nacional de Previdência Social (INPS), privatização da assistência médica e capitalização do setor da saúde (1966); . Capitalização da medicina pela previdência social; . Crise do sistema de saúde; . Programa de Extensão e Cobertura (PEC) para populações rurais com menos de 20.000 habitantes; . Crise na previdência social; . Instituto Nacional da Assistência Médica da Previdência Social (INAMPS; 1977); . Centralização do sistema de saúde, fragmentação institucional, beneficiando o setor privado; . INAMPS financia estados e municípios para expandir a cobertura. 	<ul style="list-style-type: none"> . Predominância da morbidade moderna (doenças crônicas degenerativas, acidentes de trabalho e de trânsito); . Persistência de endemias rurais com urbanização; . Doenças infecciosas e parasitárias, predominando nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste.
Transição democrática (1985-1988)	<ul style="list-style-type: none"> . Fim da recessão, reconhecimento da dívida social e planos de estabilização econômica. 	<ul style="list-style-type: none"> . Início da Nova República (1985); . Saúde incluída na agenda política; . 8ª Conferência Nacional de Saúde; . Ampliação do Movimento de Reforma Sanitária; . Assembleia Nacional Constituinte; . Nova Constituição (1988). 	<ul style="list-style-type: none"> . INAMPS continua a financiar estados e municípios; . Expansão das AIS; . Sistemas Unificados e Descentralizados de Saúde – SUDS (1987); . Contenção das políticas privatizantes; . Novos canais de participação popular. 	<ul style="list-style-type: none"> . Redução da mortalidade infantil e de doenças preveníveis por imunização; . Persistência de doenças cardiovasculares e cânceres; . Aumento de mortes violentas e relacionadas à AIDS; . Epidemia de Dengue

- Continua -

- Continuação -

Período	Contexto Econômico e Sociológico	Contexto Político	Sistemas de Saúde	Principais desafios da saúde
Democracia (1988-2010)	<ul style="list-style-type: none"> . Crise Econômica (hiperinflação); . Ajustes macroeconômicos (destaca-se o Plano Real); . Estabilidade econômica, recuperação dos níveis de renda, movimento cíclico, persistência das desigualdades, continuidade da política monetarista. 	<ul style="list-style-type: none"> . Presidente Fernando Collor de Mello sofreu processo de impeachment; . Presidente Itamar Franco finalizou o mandato; . Governos de Fernando Henrique Cardoso de 1995 a 1998 e 1999 a 2002 (Partido da Social Democracia Brasileira – PSDB) . Reforma do Estado (1995); . Governos de Luiz Inácio Lula da Silva (2003 a 2006 e 2007 a 2010). 	<ul style="list-style-type: none"> . Criação do SUS; . Descentralização do sistema de saúde . 9ª Conferência Nacional de Saúde; . Extinção do INAMPS (1993); . Criação do Programa de Saúde Família (1994); . Tratamento gratuito para a AIDS pelo SUS; . Financiamento via Piso da Atenção Básica (1998) . Normas Operacionais Básicas (NOB) e de assistência à saúde (regionalização) . Regulamentação dos planos de saúde privados . Criada a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (1999) . Criada a Agência Nacional de Saúde Suplementar para regulamentar e supervisionar os planos de saúde privados (2000) . Criada a lei dos medicamentos genéricos . Emenda Constitucional 29 visando à estabilidade de financiamento do SUS definiu as responsabilidades da União, estados e municípios (2000); . Criado o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU (2003); . Estabelecido o Pacto pela Saúde (2006); . Política Nacional de Atenção Básica (2006); . Política Nacional de Promoção da Saúde (2006). . 12ª e 13ª Conferências Nacionais de Saúde; . Unidades de Pronto-Atendimento (UPA 24h) criadas em municípios com populações >100.000 (2008); . Criação dos Núcleos de Apoio à Saúde da Família (NASF) junto ao PSF (2008) 	

Fonte: adaptado de Paim et al. (2013).

Desta forma, nota-se que o Sistema Único de Saúde (SUS) foi resultado de um longo processo histórico de um processo social em constante modificação desde a chegada dos portugueses ao Brasil.

De acordo com o Ministério da Saúde (2000), o SUS é formado pela ação direta do Poder Público – seja ele municipal, estadual ou federal, nos âmbitos executivo, legislativo ou judiciário, da administração direta ou indireta, – com o intuito de promover a saúde e o bem-estar da população. O SUS, ainda segundo o órgão público, representa a mudança da perspectiva sobre o papel de organizações de saúde sobre a sociedade. Ou seja, o Estado começou a agir na prevenção de doenças, em detrimento do tratamento de doenças. Além do mais, os agentes públicos, mais especificamente, os tomadores de decisões políticas e de saúde, convenceram-se que o nível de saúde da população representava uma das variáveis que indicam o nível de organização social e econômica de um país, após mais de 30 anos de Myrdal (1957) já ter apontado para esta circunstância.

Os serviços de saúde são classificados em dois tipos de atendimento: serviços ambulatoriais – que segundo o Fundo de Proteção à Saúde (FUPS), consistem no atendimento que se limita aos atendidos em consultórios ou em ambulatórios, que não inclui internação hospitalar – e os atendimentos hospitalares consistem nos atendimentos realizados em hospitais e pronto socorros.

A ideia básica do SUS é a implementação do sistema de hierarquização de atendimento. Segundo Paim (2009) o sistema de saúde brasileiro procura atender casos de menor urgência em instâncias mais simples, não onerando centros especializados de alta complexidade, a fim de aumentar a eficiência e a eficácia do SUS.

Desta maneira, ao se realizar um estudo de eficiência do sistema de saúde brasileiro é importante a separação entre os três níveis de atendimento mostrados na Figura 2. Observa-se que a constituição do SUS foi um importante elemento em busca da eficiência no sistema de saúde brasileiro, pois proporcionou o planejamento dos procedimentos de atendimentos dentro da necessidade real de cada paciente, não onerando estabelecimentos de maior porte físico e tecnológico (PAIM, 2009).

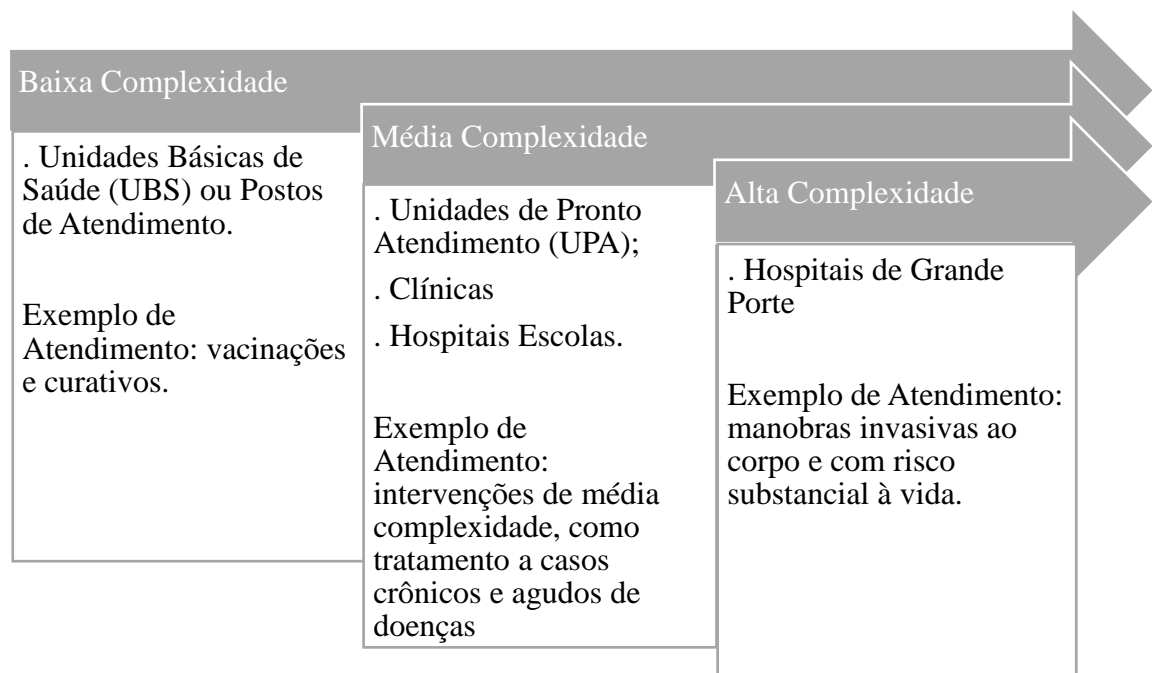


Figura 2 - Complexidade e níveis de atendimento do Sistema Único de Saúde.
 Fonte: elaboração própria.

Quanto ao modelo de governança, a implementação do SUS proporcionou avanços, pois determinou que a responsabilidade pela tomada de decisão do sistema de saúde ficaria ao encargo apenas do Ministério da Saúde. Antes as decisões eram tomadas em conjunto com o Ministério da Previdência Social, ficando este responsável pela política de serviços médicos curativos, enquanto que o primeiro era responsável pelas políticas preventivas.

Outra questão apontada por Ugá et al. (2003) é que com o advento do sistema único foi implementada a descentralização do processo de tomada de decisão, que antes era responsabilidade de âmbito federal. Com esta prática, os municípios, que se encontram em uma realidade mais próxima da população, passam a ter autonomia para gerir os recursos oriundos do Governo Federal, alocando-os nos insumos de produção: capital (máquinas e equipamentos, área física, leitos etc.), mão de obra (médicos em todas as suas especialidades, enfermeiros, dentistas, fisioterapeutas, equipe de apoio etc.) e terra (áreas a serem instaladas o capital).

Os processos de tomada de decisão seguem diretrizes que se ajustam às responsabilidades de um sistema de saúde, que segundo o Banco Mundial (2007) são:

- Coordenação e definição de políticas de saúde: apesar dos poderes executivos estadual e municipal terem deveres menores, principal responsabilidade quanto à coordenação e definição de políticas de saúde é do Ministério da Saúde;
- Regulamentação: função de tomada de decisão de responsabilidade do âmbito federal, principalmente por meio de suas agências como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e a Agência Nacional de Saúde (ANS);
- Financiamento: as três esferas do Governo dividem esta responsabilidade, sendo que o processo de descentralização permite que o Governo Federal diminua sua participação no financiamento total do sistema;
- Prestação de serviços: com o advento do SUS e a hierarquização já mencionada, os serviços básicos e secundários de saúde são de responsabilidade dos municípios e suas respectivas secretarias de saúde, enquanto que os estabelecimentos que atendem demandas de alta complexidade são de responsabilidade dos respectivos estados.

Assim, os municípios e os estados possuem grande poder de decisão quanto à operacionalidade do SUS, decidindo a alocação dos recursos entre os diversos insumos de produção de saúde disponíveis, tais como: médicos, enfermeiros, administradores da área de saúde, fisioterapeutas, odontólogos, máquinas e equipamentos, leitos e espaço físico adequado, como pode ser observado pela Figura 3.



Figura 3 - Estrutura Institucional e Decisória do Sistema Único de Saúde.
Fonte: adaptado de Machado, Lima; Baptista (2007).

Um outro aspecto a ser destacado foi a criação do Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS) que possui como objetivo principal a prevenção de doenças, por meio de

orientações em visitas domiciliares dos agentes de saúde, guiando a população em diversos temas relacionados ao seu objetivo principal, tais como: identificar riscos habitacionais quanto à saúde, saúde infantil, incentivar ao aleitamento materno, orientar sobre planejamento familiar, monitorar parasitoses, realizar atividades de prevenção e saúde do idoso (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Destaca-se, assim, a importância de que análises de eficiência a serem realizadas considerem esses temas como fundamentais para análise, simultaneamente com fatores exógenos, como Produto Interno Bruto (PIB), população, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), educação, porcentagem de homens e mulheres, taxa de desemprego etc., a buscar os fatores endógenos que são determinantes para a eficiência das unidades de saúde.

4 TEORIA DAS ORGANIZAÇÕES, ECONOMIA ORGANIZACIONAL E A TOMADA DE DECISÃO

A análise de eficiência, seus resultados e os indicativos que ela aponta encontram-se em consonância com a teoria da tomada de decisão organizacional. Segundo Varian (2006), apesar de poder existir razões altruístas em uma organização ser instituída, a essência de sua existência é basicamente o alcance da maximização de lucros. Para isso, teóricos organizacionais, principalmente economistas organizacionais, procuram formas baseadas em métodos quantitativos a fim de suprir as firmas com ferramentas que permitam a otimização de seus recursos escassos.

Esta visão permite que a organização seja concebida de forma distinta à atividade empresarial, dado que a função primordial à atividade gerencial seria garantir a otimização da utilização dos recursos, enquanto que a atividade capitalista teria como lugar garantir os investimentos, sejam eles iniciais ou aqueles necessários à continuidade da atividade em questão. Assim, teóricos organizacionais, que se concentram na tomada de decisão, veem uma possibilidade de desassociar o processo de tomada de decisão do empresário do processo de existência da organização como um todo.

Kirzner (1986) argumenta, entretanto, que essas atividades são inseparáveis. O autor observa que existem dois tipos de tomadores de decisão: o robbinsiano e o miseano⁶. O primeiro toma decisões a partir da coleta e da análise de dados por meio de aplicações de técnicas e lógicas pertinentes.

Mises (2010) explica que de nada adianta possuir todos os dados e resultados possíveis e inimagináveis sem que o empresário tome a frente para garantir a implementação do planejado. Assim, se uma firma oferta um produto “p” a “x” reais e uma modelagem indica que a elasticidade preço da demanda é inelástica ou que o a modelagem anterior era enviesada, deve-se cobrar “x + n” reais, a fim de fazer com que o preço se espelhe na curva de demanda da empresa, o empresário deve agir para conseguir este resultado adicional no mercado. Desta forma, o ser humano visto como *homo economicus* não passaria de uma falácia. O homem social deve ser contemplado como *homo agens*⁷.

Para Mises (2010) ação é o emprego de meios para o atingimento de determinados fins. Buckley (1967) complementa esta ideia em um contexto puramente organizacional, afirmando

⁶ O termo robbinsiano refere-se a Lord Lionel Robbins e miseano ao Professor Ludwig Von Mises.

⁷ *Homo economicus* é referente a atores racionais ou maximizadores racionais (POUNDSTONE, 2011). *Homo agens* é o homem apenas como um ser que age, não sendo necessariamente maximizador de utilidade (MISES, 2010).

que a fonte de qualquer ação em sistema mecânico é a energia, seja mecânica em si, ou potencial. Uma máquina transforma a energia em trabalho, no sentido físico da palavra. Já nos sistemas adaptativos a fonte de toda ação são as tensões, isto é, os incômodos enfrentados por cada elemento, podendo ser absorvidas como os diversos tipos de esforços frustrados, entusiasmos, agressões e aberrações.

Uma outra perspectiva quanto ao processo de tomada de decisão é a que diz respeito à natureza do exercício de poder. Ou seja, refere-se basicamente à alocação do exercício de poder dentro das organizações. Neste contexto, Mintzberg (1973) mesclou este fenômeno ao ato de gerenciar e March e Simon (1970) afirmaram que tomar decisões e gerenciar são praticamente sinônimos. Assim, as decisões – em especial as estratégicas – geralmente se concentram em escalas superiores do organograma e essas têm o poder de modificar de forma permanente não só a organização, mas também a vida das pessoas que atuam em seus quadros.

Visto que o processo de tomada de decisão ocorre, e que tem força para modificar de maneira durável as firmas e seus funcionários, é importante inserir, dentro do contexto deste trabalho, a discussão se a tomada de decisão realizada nas organizações é racional. Para isso, deve-se entender como os seres humanos tomam decisões, pois o átomo de qualquer análise social é o ser humano (WEBER, 2009). Para ele as ciências sociais e, conseqüentemente, as ciências sociais aplicadas, devem ter a clara noção de que coletivo não age. O coletivo é apenas uma junção das atividades individuais, não existindo algo como uma personalidade coletiva que age.

Segundo Mises (2010) toda ação humana, e conseqüentemente de pessoas que são responsáveis pela tomada de decisão nas organizações, é racional. O problema encontra-se nas conseqüências destas ações. O autor argumenta que não se pode falar em irracionalidade de ações, pois toda ação requer o emprego de meios para atingir determinados fins. Segundo Mises (2010):

Ação humana é necessariamente sempre racional. A expressão "creio ser racional" é, portanto, pleonástica e, como tal, deve ser rejeitada. Quando aplicados aos objetivos finais da ação, os termos racional e irracional são inadequados e sem sentido. O objetivo final da ação é sempre a satisfação de algum desejo do agente homem. Uma vez que ninguém tem condições de substituir os julgamentos de valor de um indivíduo pelo seu próprio julgamento, é inútil fazer julgamentos dos objetivos e das vontades de outras pessoas. Ninguém tem condições de afirmar o que faria outro homem mais feliz ou menos descontente. Aquele que critica está nos informando o que imagina que faria se estivesse no lugar do seu semelhante, ou então está proclamando, com arrogância ditatorial, o comportamento do seu semelhante que lhe seria mais conveniente. (MISES, 2010, p. 43).

Ou seja, ninguém pode afirmar qual era o fim desejado no âmago do agente, mesmo que esteja em uma posição de destaque em determinada organização, não podendo julgar se uma determinada ação foi racional ou não.

Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), economistas organizacionais neoclássicos assumem que os agentes tomam decisões de forma racional, mas com outra perspectiva se comparado com o argumento de Mises (2010). Eles consideram que os agentes agem sempre de forma a maximizar o retorno de suas ações, ou seja, são agentes maximizadores. Este comportamento seria o cerne para entender a tomada de decisões dos gestores das organizações. Para Miller, Hickson e Wilson (1996) essencialmente sob este ponto de vista, o agente tomador de decisão deve identificar um problema, coletar de forma sistemática informações primárias ou secundárias que irão ajudá-lo a resolver o problema, analisar diversas alternativas para a mesma questão por meio de análise de cenários e de sensibilidade, promover a facilitação da comunicação organizacional para tentar captar alguma informação adicional que venha da experiência de outros funcionários, e escolher a melhor opção para a resolução do problema.

Segundo Davenport e Prusak (1998), uma das grandes dificuldades do processo de decisão é transmitir com fidelidade aos agentes relevantes ao procedimento na organização os problemas e as descobertas da resolução dos mesmos. O conhecimento significa então dar sentido à informação por meio de aplicação e do acúmulo de experiência e podem, no longo prazo, diminuir custos de produção pelo acúmulo de experiência, encurtando o processo de tomada de decisão. Ou seja, como os agentes geram sentido, ou utilizando o termo cunhado por Buckley (1967), como os agentes geram o *Sensemaking*.

Neste ponto mostra-se importante a distinção entre dados, informação e conhecimento que apesar de serem correlatos, cada qual possui um tipo de utilidade no processo de tomada de decisão. Segundo Angeloni (2003), dados são códigos primários que são em sua essência a matéria prima para a informação. Ou seja, não possuem por si só significado algum. Já a informação consiste em dados com algum tipo de tratamento, já consistindo de alguma forma apoio à tomada de decisão. A Figura 4 mostra a relação entre dados, informação, conhecimento, comunicação e decisão.



Figura 4 - Relação entre comunicação, conhecimento, dados, decisão e informação.
 Fonte: adaptado de Angeloni (2003).

Nota-se, portanto, que os dados se configuram como insumos à geração da informação. Segundo Choo (2003) a informação é um componente inerente a quase todos os processos de uma organização, proporcionando às firmas condições de criar e manter vantagem competitiva no longo prazo, favorecendo as eficiências técnica e econômica no caso de organizações privadas e a eficiência técnica no caso de organizações públicas.

Esta relação entre as variáveis e a tomada de decisão pode tomar forma na teoria dos sistemas aplicada por Buckley (1967) que propõe para este fim uma aplicação de preceitos advindos de outras formas de ciências. Para o autor *sistema* corresponde a uma coleção de elementos que estão relacionados entre si por meio de uma rede causal, sendo que cada elemento deve interagir com um ou mais entidades. Os componentes do sistema podem ser simples e estáveis ou complexos e mutáveis.

Pela complexidade da definição aplicada no campo social, é muito difícil estabelecer formalmente o que é ou não é um sistema, tornando-se necessário o acolhimento da ideia de que há vários níveis de classificação de sistemas (BUCKLEY, 1967).

Interessante observar que, assim como os componentes ditos naturais, os elementos sociais estão subordinados a algum tipo de organização. Ou seja, os elementos – sejam eles componentes químicos, máquinas, equipamentos ou pessoas – se unem e, conjuntamente, formam as organizações, que possuem diversas diretrizes para manter os componentes atuando conforme seus interesses – sejam esses interesses biológicos, como a manutenção da vida, ou socioeconômicos, como a busca pela maximização dos lucros ou a ajuda a diversos outros

grupos, que norteiam “a organização dos componentes em relações sistemáticas” (BUCKLEY, 1967).

Desta forma, em uma análise termodinâmica a eficiência de um sistema se dá pela relação entre trabalho realizado e a energia total fornecida. Como o trabalho realizado é necessariamente menor do que a energia total fornecida pelo fenômeno físico, tem-se que a eficiência varia sempre entre 0 e 1 (MARIANO, 2007). Analogamente, na gestão de operações, a análise de eficiência possui como informação fundamental a quantidade de *inputs* (insumos ou entradas) se relacionando, por meio de uma tecnologia de produção, a *outputs* (produtos ou saídas).

Em contrariedade ao individualismo metodológico, teóricos sociais do sistema afirmam que qualquer elemento social é, em sua essência, um ser organizado que não é separado dos demais, mantendo intercâmbios com outras pessoas, com periodicidade e regularidade um tanto latentes, apresentando em suas ações, pelo menos no curto prazo, certa repetição. Assim, essas trocas entre os indivíduos, seja física ou imaterial, fazem da sociedade uma entidade autorregulada.

Os sistemas podem ser classificados em abertos ou fechados, de acordo com o grau de interação com o meio ambiente - isto é, o meio exógeno. A principal característica dos sistemas fechados, conforme o próprio nome sugere, é que não possuem interação, ou quase nenhuma interação, com o meio exterior, além de que em um sistema aberto a interação é um fator imperativo à sua sobrevivência.

A resposta a uma mudança exógena de um sistema fechado é geralmente sua interrupção pela incapacidade de absorver e promover modificações em sua estrutura. Já os sistemas abertos adaptativos respondem a mudanças predominantemente com evolução a um sistema gradualmente mais complexo. Os sistemas também podem ser classificados em mecânicos ou adaptativos. Os primeiros são considerados como simples – ou seja, seus elementos interagem de forma estável, sendo muito menos suscetíveis a variações no ambiente externo do que o ser humano, por exemplo. Assim, os elementos que constituem um sistema social, por meio de um modo organizacional, são seres complexos, de difícil previsibilidade suscetíveis a mudanças bruscas no ambiente externo (MELO JÚNIOR, 2013).

Quanto mais suscetíveis são os elementos, mais complexos são os sistemas e, conseqüentemente, as organizações. Deste modo, a informação e a transmissão eficiente da mesma passam a ter um papel central no desenvolvimento e manutenção das interações entre os elementos e das organizações. Este processo é análogo ao corpo humano que desenvolve

eficientes mecanismos de comunicação através dos impulsos nervosos a fim de manter o bom funcionamento do sistema como uma forma de organização.

Neste contexto, Sarfield (2002) argumenta que os sistemas de saúde têm, ou deveriam ter, duas metas principais: otimizar a saúde da população, aplicando o mais avançado capital, inclusive o humano, de tratamento e prevenção de doenças e minimizar as disparidades de acesso à saúde entre os mais diversos grupos existentes na sociedade.

Os gestores do Sistema Único de Saúde (SUS) devem, portanto, agir, segundo Alves (2006), sobre alguns sistemas de controle que impactam de forma significativa o desempenho dos resultados, que são: controle, avaliação e auditoria, vigilância em saúde, sistemas de informação, regulação e controle social.

O aspecto do controle, avaliação e auditoria tem relação direta com os aspectos operacionais do sistema de saúde. *Controle* é definido como atenção contínua do andamento de algum tipo de processo implementado em um dado período de tempo com o intuito de otimizar a produção dado um conjunto de insumos e uma determinada tecnologia. A *avaliação* é o objetivo de classificar, em termos de relevância, os impactos das atividades de prevenção e tratamento de doenças. E, por fim, a *auditoria* se baliza na verificação e no acompanhamento do recebimento e da execução orçamentária dos três níveis de Governo: federal, estadual e municipal.

Já a vigilância em saúde possui duas formas básicas: vigilância epidemiológica e vigilância sanitária (WALDMAN, 1995). Segundo, Lima-Costa e Barreto (2003), epidemiologia é definida como o estudo das doenças e as condições determinantes relacionadas às mesmas em populações especificadas, enquanto que vigilância sanitária corresponde a um quadro de ações que visam regular os aspectos sanitários de um sistema de saúde (COSTA; ROZENFELD, 2009). O avanço do sistema como um todo possui origem nas pesquisas de saúde sociológicas que indicavam a necessidade de se erradicar determinadas doenças erradicáveis e controlar outras, principalmente as de origem sexual, como a AIDS (ALVES, 2006).

Outro subsistema de importância ao sistema de saúde corresponde ao de Sistemas de Informação, que são fundamentais para facilitar a criação dos dados e a transformação dos mesmos em informação, além de disseminar as informações necessárias para toda a organização e desta forma facilitar o processo de tomada de decisão dos gestores. Pode-se entender Sistemas de Informação como:

Os sistemas de informação nos ambientes empresariais são constituídos do gerenciamento da informação, a partir do levantamento das necessidades informacionais dos decisores, da coleta e obtenção dos dados, na análise dos dados transformando-os em informação, na distribuição da informação de acordo com as necessidades do decisor, da utilização das informações pela sua incorporação no processo de trabalho e, finalmente, da avaliação constante dos resultados obtidos e de redirecionamentos no sistema para atender às demandas e antecipar as necessidades dos decisores. É importante ressaltar que esses sistemas têm contribuído para o desenvolvimento do processo de produção nas instituições e que, nos ambientes hospitalares, em especial, têm possibilitado maior segurança para a tomada de decisão, o que resulta em melhor atendimento aos pacientes. (GUIMARÃES; ÉVORA, 2004, p. 75).

As informações dos usuários em sistemas de saúde são lançadas em prontuários, servindo como fontes de consulta histórica das condições de saúde dos pacientes e dos procedimentos aplicados sobre cada um, permitindo a geração de relatórios referentes ao constructo operacional da gestão do SUS (ALVES, 2006), dando ao tomador de decisão acesso a informações convenientes para a criação e monitoramento de indicadores e para o controle de processos.

Dentre os sistemas que podem ser destacados no cerne do Sistema de Informação do SUS são a Autorização de Internação Hospitalar (AIH), o Sistema de Informações Hospitalares (SIH), o Sistema de Informações Ambulatoriais (SIA) e a Autorização para Procedimentos de Alta Complexidade (APAC).

Já a regulação possui sua origem no Estado de Bem-Estar Social (*Welfare State*) que prega que o Estado deve intervir na economia para suprimir determinadas falhas de mercado. Segundo a Agência Nacional de Saúde, o Estado deve regular a atividade de saúde a fim de promover a defesa do interesse público no âmbito da saúde, regulando as atividades privadas e a relação entre produtores de serviços de saúde e seus consumidores. Por fim, dentro dos sistemas do SUS, é elencado o *controle social*, que corresponde ao controle, por meio dos conselhos de saúde, exercido pelo povo, para que possa lutar pelo direito universal à saúde.

A Figura 5 exemplifica os sistemas e os subsistemas no âmbito de um sistema de saúde. Pode ser observado, dada as transformações das configurações da estrutura do sistema de saúde nacional em vista as modificações do ecossistema, tem-se que o sistema de saúde foi classificado como um sistema aberto, que necessita da interação com o ecossistema de que faz parte a fim de definir quais estratégias, táticas e decisões de nível operacional serão definidas. Este fato é relevante, pois este trabalho irá atuar sobre o subsistema de avaliação. Ou seja, espera-se que possa interferir, por ser um sistema aberto, no sistema do SUS por meio de melhoria nos processos do mesmo.

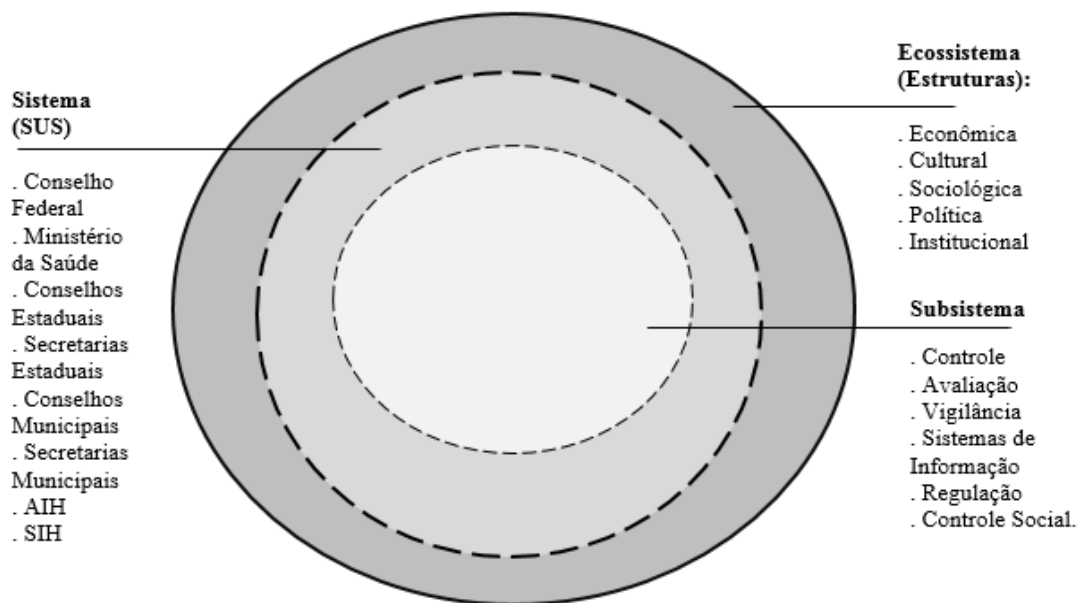


Figura 5 - Ecosistema, Sistema e Subsistemas.
 Fonte: elaboração própria.

Deve-se ter cuidado, entretanto, em utilizar esses resultados de forma irrestrita, pois para Simon (1945) e March e Simon (1970) o fato de existir diversas opções e diversos cenários e sensibilidades em relação a cada escolha a ser tomada, faz com que seja impossível que as decisões sejam racionais, pois para classificar uma escolha qualquer como racional, seria imprescindível que o tomador de decisão tivesse conhecimento de todas as alternativas disponíveis, além de entender de forma plena as consequências advindas de cada escolha.

Outro fator abordado pelos autores é que procurar a melhor escolha incorre em custos de oportunidade pelo tempo despendido. Desta forma, muitos gestores se contentam com soluções apenas fundamentadas. Simon (1945) argumenta que as decisões tomadas não são totalmente irracionais. O autor distingue também os tipos de tomada de decisões, considerando que dependendo do nível que são tratadas, podem apresentar um processamento de diversas formas.

Como exemplo, as decisões simples, que ocorrem diariamente de forma corriqueira, podem ser tomadas de forma direta, sem a necessidade de modelagens especiais para tratar o problema, mas apenas modelagens de processos que reflitam o caráter periódico da decisão. Ou seja, são as decisões de nível operacional, que são conhecidas pelos gerentes por meio da criação de experiência e diminuição do custo de aprendizado e por isso são chamadas de “decisões programadas” e que são de modo geral mais racionais do que as “não programadas” (SIMON, 1945).

Por outro lado, há aquelas decisões que devem ser tomadas e que dependem basicamente de fatores não periódicos e que conduzem os gerentes a um grande grau de incerteza quanto à decisão a ser tomada. E, segundo o mesmo autor, para tornar este problema ainda mais difícil, tem-se que estes tipos problemas ocorrem, geralmente, nas áreas das organizações mais sensíveis a uma má decisão, gerando precedentes para a atividade futuramente.

Conforme trabalhos de Meza *et al.* (2003) e Battese e Coelli (1992) tem-se que as ferramentas de análise de eficiência encaixam-se nas condições de apoio à decisão gerencial, pois indicam caminhos que as organizações podem seguir a fim de aumentar a produção ou diminuir os insumos de forma sustentável e com cientificidade.

A próxima seção apresenta uma discussão entre os conceitos de produtividade, eficácia e eficiência, que é o que se espera medir neste trabalho.

5 CONCEITOS DE EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DE SISTEMAS PRODUTIVOS

Como os recursos de uma sociedade são escassos e dado que o lucro de uma organização produtiva é influenciado diretamente pela produtividade do sistema, tem-se que a eficiência produtiva sempre foi um atributo valorizado, principalmente após a Revolução Industrial (MARIANO, 2007). Assim, pode existir certa confusão entre os conceitos, sendo importante neste ponto a distinção entre os mesmos.

A produtividade é um índice que mede a quantidade produzida por determinado insumo em um determinado período de tempo (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). Assim, ao aplicar insumos de produção em determinada atividade, é desejável que esses *inputs* retornem o máximo de *outputs* por unidade de medida (FARRELL, 1957).

O conceito de eficácia, de acordo com Meza et al. (2003), possui relação com o alcance dos resultados independentemente dos recursos utilizados. Então, por exemplo, se a meta para determinada unidade de saúde é atender q pacientes em um determinado período de tempo, o alcance da eficácia se dá no atendimento de no mínimo q pacientes, não importando a quantidade de horas gastas em mão de obra ou a quantidade de horas do capital.

Já eficiência é a capacidade de um sistema em utilizar, da melhor forma possível, os insumos, com o intuito de aproveitar as condições ambientais endógenas e exógenas, a fim de obter desempenho ótimo em determinada dimensão (MARIANO, 2007), de forma comparativa, ou seja, é necessariamente um conceito relativo (MEZA et al., 2003).

Os primeiros autores a estudarem eficiência foram Vilfredo Pareto, Tjalling Koopmans, Gerard Debreu e Michael Farrell. Vilfredo Pareto cunhou o conceito de eficiência relativa que afirma que uma alocação de recursos é ótima quando no curto prazo, dada uma determinada tecnologia de produção, não se pode encontrar uma outra alternativa que melhore a situação de um agente sem piorar a de outros, maximizando o bem-estar geral (STIGLITZ; ROSENGARD, 2015). Já Farrell (1957) elaborou um conceito de eficiência não econômica, mas técnica, levando o problema da eficiência social de Pareto para a produção, afirmando que eficiência se dá quando determinado processo produtivo extrai o máximo do potencial produtivo de seus insumos.

Parsons (1994) argumenta que enquanto a eficiência aponta para uma relação entre *inputs* e *outputs*, o conceito de eficácia se concentra estritamente na relação entre os resultados obtidos. O autor pondera também que muito além da simples relação *outputs/inputs*, uma medida de eficiência deveria também captar o cumprimento das diretrizes estratégicas, táticas e operacionais das organizações em análise, tais como: missão, valor, visão, qualidade,

pontualidade e criação de valores para os clientes ou usuários de um determinado serviço. A Figura 6 apresenta as medidas de desempenho consideradas pelo autor.

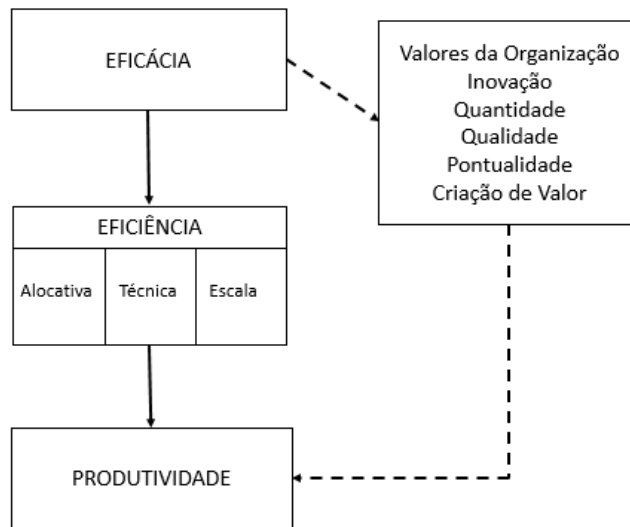


Figura 6 - Eficiência sendo determinada não apenas pela parte operacional.
 Fonte: adaptado de Parsons (1994).

Segundo Ferreira e Gomes (2009) e Parsons (1994), como pode ser visto na Figura 3, no âmbito operacional o conceito de eficiência pode ser dividido em três conceitos básicos que unidos formam a eficiência total: eficiência alocativa, técnica e eficiência de escala. A primeira refere-se a otimizar o emprego dos insumos no processo de transformação dos mesmos em produtos, referindo-se aos aspectos físicos da produção. E a segunda possui como implícita a noção de que, na realidade, os produtores, de forma geral, estão preocupados com a lucratividade do negócio, procurando otimizar a alocação entre mão de obra e capital na organização. Já a eficiência de escala é relacionada diretamente com a quantidade produtiva. Uma organização é ineficiente em relação à escala quando sua ineficiência se dá diretamente pela quantidade produzida.

De acordo com Moreira (1991) medir a eficiência organizacional traz diversos benefícios, tais como: a) é uma ferramenta gerencial, que mede a inserção de um novo processo produtivo ou capta as decorrências de mudanças organizacionais; b) é útil como um instrumento de motivação, tanto para os colaboradores do nível operacional, quanto para a alta diretoria; c) mostra-se útil para prever necessidades futuras de insumos, inclusive de horas de mão-de-obra; d) para comparar o desempenho entre diversas organizações e pessoas em uma mesma firma, inclusive em forma de dados em painel e sob regimes políticos diversos; e) para analisar a

influência da produtividade (razão entre produção e insumos) em relação aos preços dos bens e serviços produzidos em uma organização.

Uma das formas mais básicas de se medir eficiência é por meio do cálculo de Produtividade Parcial, no qual um único produto é relacionado a um único insumo (CESCONETTO, LAPA; CALVO, 2008), dada pela Equação 1:

$$PP = \frac{Output_i}{Input_j} \quad (1)$$

Para:

PP = produtividade; $Output_i$ = nível de produção do produto i em um determinado período de tempo; $Input_j$ = nível de insumos j utilizados em um determinado período de tempo.

Nota-se, no entanto, que esta abordagem é limitada justamente porque se restringe à análise de apenas um produto e um insumo (CESCONETTO, LAPA; CALVO 2008). Com o passar dos anos, surgiram outros modelos mais sofisticados, que procuram inserir na análise a realidade organizacional de utilizarem diversos *inputs* e *outputs*. Após o cálculo deste quociente (Equação 1), pode-se comparar a produtividade de determinada unidade de produção (DMU – *Decision Making Units* ou Unidades Tomadoras de Decisão) com de outras de atividades semelhantes ou com a predição da própria fronteira de eficiência e determinar qual a eficiência em si de cada DMU (MARIANO, 2007) por meio da Equação 2:

$$Eff_k = \frac{I_k}{I_{max}} \quad (2)$$

Para:

Eff_k = eficiência da DMU_k; I_k = nível de produtividade da DMU_k; I_{max} = nível de produtividade máxima (unidade de comparação).

A Equação 3 demonstra uma visão mais ampla, mas ainda incipiente, do conceito de produtividade e, conforme visto, de eficiência, já que quanto maior a produtividade maior a eficiência de uma unidade de produção, abrangendo diversos *inputs* e diversos *outputs*, proposto por Knight (1933).

$$Produtividade = \frac{\sum_{i=1}^n u_i y_i}{\sum_{j=1}^n v_j x_j} = \frac{O_v}{I_v} \quad (3)$$

Para:

u_i = peso (utilidade) do *output* i ; y_i = quantidade do *output* i ; v_j = peso (utilidade) do *input* j ; x_j = quantidade do *input* j ; O_v = *output* virtual; I_v = *input* virtual.

O desafio então passa a ser estabelecer os pesos adequados para criar os *outputs* e os *inputs* virtuais, a fim de se determinar a fronteira de produção, que é definida como o máximo que pode ser produzido a partir de um nível de *inputs*. As modelagens podem ser paramétricas ou não paramétricas e dentre estes modelos, encontram-se a Programação Matemática, a Fronteira Determinística de Produção, Fronteira Estocástica de Produção, a Análise por Envoltória de Dados e a Análise por Envoltória de Dados Estocástica (HOLLINGSWORTH, DAWSON; MANIADAKIS, 1998). Este trabalho fará a análise de eficiência das microrregiões quanto à operacionalidade de hospitais públicos aplicando a Análise por Envoltória de Dados e da Fronteira Estocástica de Produção.

6 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE MODELAGEM DE EFICIÊNCIA

Para responder ao problema de pesquisa, será aplicada uma pesquisa quantitativa (MALHOTRA, 2006), com o banco de dados do DATASUS. Esta seção apresenta considerações teóricas e as ferramentas a serem utilizadas para a análise de eficiência de unidades de saúde do Sudeste Brasileiro.

Existem dois tipos básicos de modelos para se medir a eficiência de uma organização em qualquer atividade econômica: os modelos paramétricos e os modelos não paramétricos (MARIANO, 2007). Os primeiros caracterizam-se por pressupor algum tipo de estrutura subjacente a alguma variável ou a um conjunto de variáveis relacionadas ao estudo (inclusive a ruídos), enquanto que os segundos dispensam tal suposição (MONTGOMERY, PECK; VINING, 2015).

Segundo Cooper *et al.* (2002), a segunda abordagem apresenta vantagens em relação à primeira, pois não é necessária a determinação de uma forma funcional para validação do modelo; aponta as ineficiências referentes a cada insumo e produto; assinala *benchmankings* dentre as unidades analisadas para serem referências às ineficientes e por não ser um método estocástico, não possui o termo de ruído, que poderia gerar viés nos resultados. O Quadro 2 mostra um resumo dos possíveis quadrantes e as técnicas encaixadas em cada um.

Quadro 2 - Métodos de Análise para a eficiência e produtividade.

	Paramétricos	Não paramétricos
Determinísticos	- Programação Matemática Paramétrica; - Fronteira Determinística de Eficiência.	- Análise por Envoltória de Dados (DEA).
Estocásticos	- Fronteira Estocástica de Eficiência.	- Análise por Envoltória de Dados Estocástica.

Fonte: Hollingsworth, Dawson e Maniadakis (1998).

Os métodos não paramétricos, porém, são criticados pois parte do pressuposto de que todo desvio em relação à fronteira de eficiência se dá apenas pela ineficiência, ignorando o fato de que a diferença pode advir de choques estocásticos ou erros de medidas, além de não permitir inferências sobre o erro-padrão das estimativas (BATTESE; COELLI, 1992).

A Figura 7 apresenta uma ilustração da fronteira genérica de eficiência que pode ser estimada pelos métodos apresentados, lembrando que a fronteira pode ter diversas formas funcionais, dependendo da especificação do modelo, além de ilustrar o conceito de eficiência e produtividade, sendo que Y representa o *output* e o X o *input*.

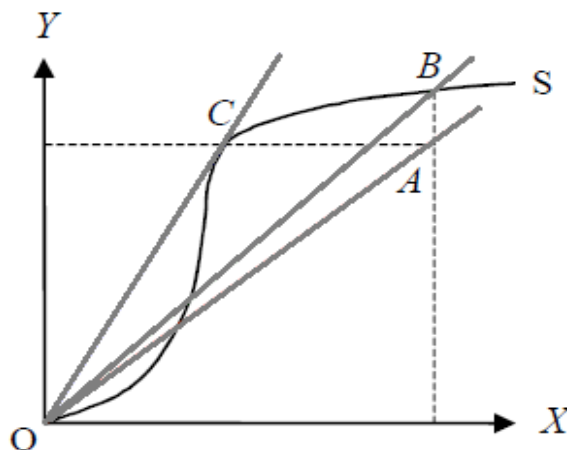


Figura 7 - Curva representativa de um processo de produção.
 Fonte: adaptado de Meza *et al.* (2003).

Segundo os conceitos apresentados até agora, as unidades B e C podem ser classificadas como eficientes porque se localizam sobre a fronteira de produção, enquanto que a unidade A, no entanto, pode ser considerada como ineficiente, pois produzir mais com a mesma quantidade de insumos ou de manter a produção diminuindo a quantidade dos *inputs*. Pode-se observar, no entanto, que a unidade C é a que possui a maior produtividade, pois encontra-se em um ponto que possui maior coeficiente angular do que o segmento de reta OB.

Assim, há duas formas básicas de uma unidade ineficiente se tornar eficiente: pelo aumento da produção, mantendo-se constante o nível de insumos ou pela diminuição dos *inputs* mantendo-se constante o nível de *outputs*.

Outro conceito importante em análise de eficiência e, conseqüentemente, da produção, é a de Lei dos Rendimentos Marginais Decrescentes. Mas-Colell, Whinston e Green (1995) afirmam que na maioria dos processos de produção ocorre esta lei. O conceito afirma que a partir do aumento da utilização de um determinado insumo de produção, chega-se a um momento em que a produção adicional resultante da configuração de *inputs* decresce. Esta lei é aplicável no curto prazo – escopo deste trabalho – ou seja, quando pelo menos um dos insumos de produção é fixo, pois a lei se aplica quando pelo menos um dos insumos é fixo.

Analogamente, no longo prazo – quando todos os insumos de produção, inclusive o capital, podem ser alterados, o conceito de rendimentos de escala mostra-se central na discussão da teoria da produção da firma. Rendimento de escala, segundo Mas-Colell, Whinston e Green (1995), é a taxa de crescimento do produto como reposta a um aumento do número de insumos. Rendimento crescente de escala é a situação em que a produção aumenta mais do que o dobro quando os insumos são dobrados. Uma organização incorre em rendimento decrescente de escala quando a produção cresce menos que o dobro quando a organização dobra os insumos e

ocorre rendimentos constantes de escala quando a produção cresce proporcionalmente à quantidade de insumos.

Este trabalho se utilizará de dados oriundos do DATASUS de 2016, de microrregiões que possuem ao menos um hospital público, com o intuito de realizar a análise de eficiência técnica, em um primeiro estágio, e dos determinantes sociais e econômicos da eficiência, este trabalho utilizará dados oriundos do CENSO de 2010, e, quando aplicável, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Ou seja, as técnicas que serão implementadas, serão condizentes com análise por *cross-section*, que correspondem a dados extraídos em um dado ponto no tempo (PINDYCK; RUBINFELD, 2001).

A fim de captar os determinantes da eficiência por meio de variáveis não controláveis, será aplicada uma análise de segundo estágio por meio de regressão. Desta maneira, no primeiro estágio serão calculadas as eficiências técnicas por meio de Análise por Envoltória de Dados (DEA) e de Fronteira Estocástica de Produção (SFA) utilizando-se de variáveis operacionais ou controláveis pelo gestor. No segundo estágio serão aplicadas regressões, uma para cada modelo de primeiro estágio proposto, tendo como variável dependente as eficiências calculadas e como variáveis explanatórias as variáveis não controláveis (externas ao sistema) pelo gestor de saúde.

A próxima seção apresenta a técnica não paramétrica de Análise por Envoltória de Dados (DEA), após são apresentadas a técnica paramétrica de Fronteira Estocástica de Produção (SFA) e, por fim, é apresentado o modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), técnica escolhida para a análise de segundo estágio, seguindo recomendação de Mc Donald (2009).

6.1. ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise por Envoltória de Dados (DEA) consiste na escolha de uma amostra de insumos e produtos de distintas unidades tomadoras de decisão (TRAVASSOS *et al.*, 2015). Para Thanassoulis (2001) a técnica identifica, por meio de sucessivas programações lineares⁸, pesos que criam *outputs* e *inputs* virtuais (Equação 3), calculando desta forma a eficiência de diversas DMUs de atividades semelhantes, mas que utilizam processos de produção distintos.

A forma objetiva de cálculo dos pesos se deve ao fato de que os mesmos podem ser considerados como subjetivos, principalmente em análises onde carecem aplicações de

⁸ Programação Linear consiste em algoritmos para resolver problemas de otimização com restrições, em que uma função objetivo é linear em relação às variáveis de controle, e o domínio destas variáveis é definido por um sistema de inequações lineares (TAHA, 2008).

estatística multivariada (THANASSOULIS, 2001). Esses pesos, através de combinação linear, criam o que se denominam os *inputs e outputs* virtuais que serão utilizados para comparar as DMUs.

Desta forma, propõe-se neste trabalho analisar a eficiência de unidades de saúde, especificamente hospitais públicos, a fim de identificar quais se encontram na fronteira da eficiência técnica e recomendar ações para que permitir que os gestores de unidades de saúde e o poder público tenham parâmetros para transformar unidades operacionalmente ineficientes em eficientes, seja por meio de ajustes nos *inputs* ou nos *outputs*.

Existem dois modelos clássicos de DEA: o Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) que pressupõe retornos constantes de escala e o modelo de Banker, Charnes e Cooper (BCC) que possui como pressuposto o retorno não constante de escala. Este último, por considerar que em um modelo orientado a insumos uma DMU com o menor número bruto de *input* virtual já seja automaticamente eficiente, ou com o maior número de *output* virtual em um modelo com orientação a *output*, expõe uma forte deficiência. Portanto, para aplicar este método da forma mais assertiva possível, deve-se levar em consideração o tamanho das DMUs (THANASSOULIS, 2001).

Os modelos CCR orientados a *inputs* e a *outputs* e BCC, a *inputs* e a *outputs* são formalizados segundo as Equações 4, 5, 6 e 7 respectivamente:

$$Max Ef_0 = \sum_{j=1}^m u_j y_{j0} \quad (4)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{j=1}^m u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} &\leq 0, \forall k \\ v_i; u_j &\geq 0, \forall i, j \end{aligned}$$

$$Min Ef_0 = \sum_{j=1}^r v_j x_{j0} \quad (5)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m u_i y_{i0} &= 1 \\ -\sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^m u_j y_{jk} &\leq 0, \forall k \\ u_j; v_i &\geq 0, \forall j, i \end{aligned}$$

Para:

Ef_0 = eficiência da DMU_0 ; v_j e u_j = pesos de *inputs* $i, i=1,2, \dots, r$ e *outputs* $j, j=1,2, \dots, m$; x_{i0} e y_{j0} = *inputs* i e *outputs* j da DMU_0 ; x_{ik} e y_{jk} = *inputs* i e *outputs* j das $DMUs_k$; $k = 1,2, \dots, n$; x_{i0} e y_{j0} = *inputs* i e *outputs* j da DMU_0 .

$$Max Ef_0 = \sum_{j=1}^m u_j y_{j0} + u_* \quad (6)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} &= 1 \\ - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} + u_* &\leq 0, \forall k \\ v_i; u_j &\geq 0, u_* \in \mathbb{R} \end{aligned}$$

$$Min Ef_0 = \sum_{i=1}^r v_i x_{i0} + v_* \quad (7)$$

Sujeito a:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m u_i y_{i0} &= 1 \\ - \sum_{i=1}^r v_i x_{ik} + \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - v_* &\leq 0, \forall k \\ v_i; u_j &\geq 0, u_* \in \mathbb{R} \end{aligned}$$

Para: Ef_0 = eficiência da DMU_0 ; v_j e u_j = pesos de *inputs* $i, i=1,2, \dots, r$ e *outputs* $j, j=1,2, \dots, m$; x_{i0} e y_{j0} = *inputs* i e *outputs* j da DMU_0 . x_{ik} e y_{jk} = *inputs* i e *outputs* j da DMU_k ; u_* e v_* = valores dos fatores de escala; $k = 1,2, \dots, n$.

Conforme pode ser observado, a técnica consiste em gerar quantas programações lineares forem suficientes para toda DMU em análise, a fim de maximizar a produtividade de cada tomadora de decisão, objetivando a eliminação da subjetividade na determinação dos pesos.

A fim de captar os possíveis de tipos de rendimento que podem ocorrer, os mesmos autores incluíram na modelagem CCR os fatores de escala u_* e v_* . Se esses fatores, de forma isolada para cada tipo de modelagem forem iguais a zero, tem-se que a DMU se encontra em retornos constantes de escala. Se ambos forem menores que zero, a DMU se encontra em rendimentos decrescentes de escala e se forem maiores que zero, traduz-se por retornos crescentes de escala.

A Figura 8 apresenta uma representação gráfica dos dois modelos expostos neste trabalho:

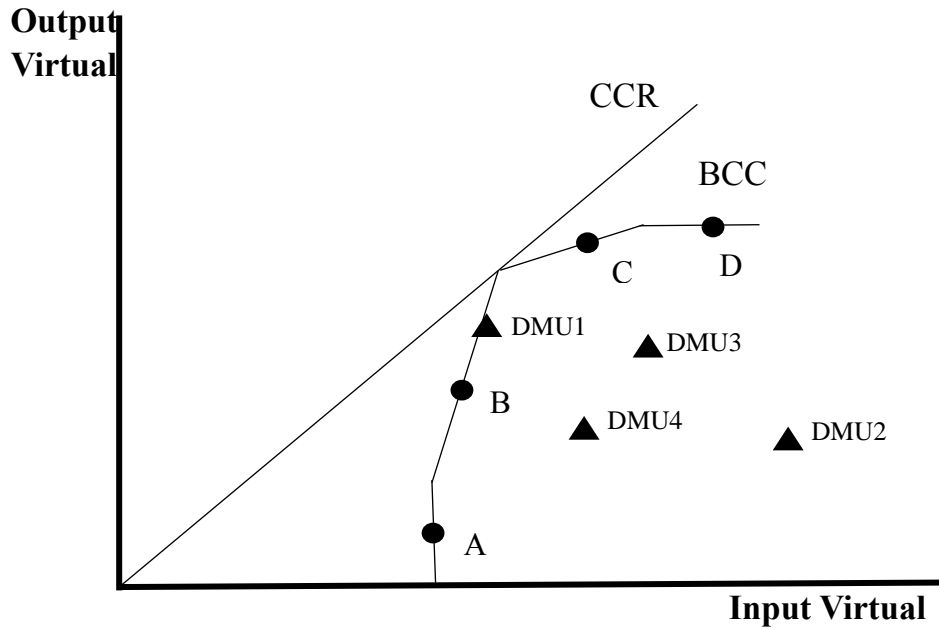


Figura 8 - Fronteiras de eficiência CCR e BCC.
Fonte: elaboração própria.

Um importante ponto a se destacar é que se unidades tomadoras de decisão se encontram sobre os pontos A e D a modelagem indicará que são eficientes. No entanto, tomando como exemplo o ponto D, nota-se que se a unidade em questão diminuir o nível de *inputs*, pode-se manter a produção constante. Este fato é denominado de folga. Pode-se calcular as folgas, para modelos orientados a *inputs* e a *outputs* segundo as Equações 8 e 9, respectivamente:

$$s_{i_0}^- = \theta x_{i_0} - \sum_{k=1}^n \lambda_k x_{ik}; \quad (8)$$

$$i = 1, 2, \dots, r$$

$$s_{m_0}^+ = -y_{i_0} + \sum_{k=1}^n \lambda_k y_{mk}; \quad (9)$$

$$m = 1, 2, \dots, s$$

Para: $s_{i_0}^-$ = folga de insumo; $s_{m_0}^+$ = folga de produto; θ = índice de eficiência; x_{ik} = nível de insumo atual; y_{mk} = nível de produto atual; λ_k = pesos do modelo de envelope.

A Figura 8 mostra que a fronteira de retornos constantes possui coeficiente angular constante ao longo da fronteira, enquanto que a curva BCC apresenta coeficientes angulares que se modificam conforme se desloca a relação entre *input* e *output*. O ponto A representa uma situação em que há retornos não decrescentes. O ponto B e o ponto C representam retornos variáveis de escala, sendo o primeiro retorno crescente de escala e o segundo retorno

Como consiste em uma técnica determinística, não é possível realizar algum tipo de inferência para o universo. Para contornar a situação, muitos autores empregam um segundo estágio com algum tipo de técnica estocástica, geralmente utilizando os resultados de eficiência paramétricos como variável dependente ou aplicam técnicas de reamostragem, como *Bootstrap* e *Jackknife*.

No que tange ao número de variáveis *inputs* e *outputs* que podem ser utilizadas no modelo a fim de não prejudicar a discriminação dos modelos não paramétricos, a recomendação é que se tenha, no máximo, a metade ou a terça parte do número de DMUs (FERREIRA; GOMES, 2009).

6.2. FRONTEIRAS PARAMÉTRICAS ESTOCÁSTICAS DE PRODUÇÃO

Em detrimento à Análise por Envoltória de Dados (DEA), que é uma técnica não-paramétrica e não permite inferência direta sobre os parâmetros estimados, autores utilizam técnicas paramétricas, ou seja, que pressupõem uma forma funcional para a função de produção, para a estimação da fronteira de eficiência. Dentre elas, como visto no Quadro 2, estão as fronteiras determinísticas e as fronteiras estocásticas de eficiência.

Para estimar as fronteiras deve-se escolher, portanto, uma forma funcional para sua estimação. Dentre as formas utilizadas, destacam-se as apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de funções de produção e suas formas funcionais.

Tipo de Função	Forma Funcional
Linear	$Y = \alpha_1 K + \alpha_2 L$
Cobb-Douglas	$Y = \beta_0 K^{\beta_1} L^{\beta_2}$
Leontief	$Y = \left\{ \min^{z_1/a} ; z_2/b \right\}$
Translog	$\ln Y = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \ln X_i \ln X_j$

Fonte: elaboração própria.

Destaca-se, conforme visto na seção de Revisão de Literatura, entre essas formas funcionais as de Cobb-Douglas e a Translog. Os coeficientes estimados pela função de Cobb-Douglas já representam a elasticidade insumo-produto. Ou seja, aumentando-se o capital ou o trabalho em 1%, espera-se que a variação da produção, tudo o mais constante, será de $\beta_1\%$ e $\beta_2\%$.

Desta maneira, escolhida a forma funcional, deve-se estimar os parâmetros por meio de técnicas estatísticas. Estas funções podem ser orientadas à produção, com a variável dependente tomando forma de produtos ou de receitas ou de lucros. O modelo de Fronteira de Produção Estocástica proposto por Kumbhakar, Wang e Horncastle (2015) possui a especificação conforme a Equação 10 e 11:

$$\ln y_i = \ln y_i^* - u_i, \quad u_i \geq 0 \quad (10)$$

$$\ln y_i^* = f(x_i; \beta) + v_i \quad (11)$$

Para: y_i = vetor de *outputs*; x_i = vetor J x 1 de variáveis *inputs*; β = vetor J x 1 dos coeficientes do vetor x_i ; v_i = erro aleatório com média zero; u_i = medida de ineficiência, para $u_i \geq 0$.

Para simplificar, pode-se reduzir as Equações 10 e 11 em apenas uma, que é mostrada na Equação 12:

$$\ln y_i = f(x_i; \beta) + e_i \quad (12)$$

Para: $e_i = v_i - u_i$.

Como o termo de ruído u_i , referente à ineficiência, deve ser positivo, deve-se escolher uma distribuição de probabilidades como uma restrição a ela. As mais utilizadas são a normal truncada, a exponencial e a seminormal (SOUZA, NISHIJMA; ROCHA, 2010). Este trabalho empregará o modelo proposto por Battese e Coelli (1995) que indicaram o emprego da seminormal por ser mais flexível do que a exponencial e a normal truncada.

A maior diferença entre o modelo de Fronteira Estocástica de Produção e a Fronteira Determinística de Produção é que na estimação da Equação 11 o termo de desvio aleatório nesta última já representa a ineficiência (KUMBHAKAR; LOVELL, 2003). Isto é, não se considera a possibilidade de o desvio sobre a curva de fronteira de produção advir de fatores que não sejam aleatórios, sendo uma deficiência deste tipo de modelagem.

Para se estimar a fronteira de eficiência, portanto, deve-se: 1) estimar os parâmetros da função de produção e; 2) estimar a ineficiência. Após, pode-se indicar caminhos, seja por meio de diminuição de *inputs* ou do aumento de *outputs* a fim de tornar as unidades ineficientes em eficientes.

Molina, Farías e Quiroga (2003) indicam que os pressupostos do modelo de Análise de Fronteira Estocástica são: os ruídos aleatórios, v_i , são independentes, com $N(0, \sigma^2)$; os ruídos aleatórios (v_i) e referentes à ineficiência (u_i) são independentes para todo i e; as variáveis explanatórias são conhecidas e não aleatórias.

6.3. MODELOS DE REGRESSÃO PARA SEGUNDO ESTÁGIO

Após estimadas as eficiências técnicas pode-se aplicar modelos de regressão (segundo estágio) para expressar os determinantes desses resultados por meio de variáveis não controláveis. Simar e Wilson (2007) propuseram um modelo DEA de primeiro estágio a fim de quantificar a eficiência técnica e regressão do tipo Tobit para expor os determinantes da ineficiência.

Mc Donald (2009) argumenta, entretanto, que se deve utilizar o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) no segundo estágio, pois a as variáveis de eficiência não representariam variáveis censuradas, mas apenas uma variável advinda da razão entre a combinação linear dos *outputs* e a dos *inputs*.

Desta maneira, este trabalho se valerá da regressão do tipo MQO (quando o termo de ruído apresentar distribuição normal) para modelar o segundo estágio. De acordo com Pindyck e Rubinfeld (2001), um modelo de regressão múltipla pode ser descrito segundo a Equação 13:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_K X_{ki} + \varepsilon_i \quad (13)$$

Para: Y = variável dependente; X = variáveis explanatórias e ε = ruído aleatório.

Os pressupostos do modelo, segundo Pindyck e Rubinfeld (2001) são:

1. A relação entre Y e X é linear, segundo a Equação 13;
2. Os X são variáveis não estocásticas, não havendo nenhuma relação linear exata entre duas ou mais variáveis explanatórias;
3. O ruído tem esperança matemática zero para todas as observações;

4. O ruído tem variância constante para todas as observações (homocedasticidade);
5. Ruídos correspondentes a observações diferentes são independentes e, portanto, não há correlação entre eles (ausência de autocorrelação serial);
6. O ruído possui distribuição normal.

Desta forma, este trabalho utilizará a estimação por MQO para determinar modelos regressão de segundo estágio. Quando o termo de ruído apresentar fortes desvios quanto à normalidade, serão propostas regressões não paramétricas por *bootstrap* com 1.000 replicações.

7 REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE MODELOS DE EFICIÊNCIA APLICADOS A UNIDADES DE SAÚDE

Este item apresenta uma discussão a respeito de conceitos fundamentais de análise de eficiência e algumas de suas aplicações no âmbito da saúde. Importante observar que estudos para a melhoria de gestão e da produtividade são importantes, pois segundo Robbins (1984) a gestão econômica dos recursos deve garantir a satisfação das ilimitadas necessidades, estudando e analisando a relação dessas com os recursos escassos e suas ilimitadas utilizações, ou seja, relacionando a administração produtiva com os custos de oportunidade da utilização dos insumos.

Portanto, a busca pela eficiência técnica mostra-se uma importante ferramenta, tanto a organizações privadas quanto públicas. Às primeiras, para suplantarem a concorrência e se firmarem no processo de mercado (MARIANO, 2007) e às segundas para extrapolar o problema fundamental de que não possuem a *bússola* central para se estabelecerem dentro do cálculo econômico, que é o mecanismo de preços e, conseqüentemente de lucro (MISES, 2010).

7.1. UNIDADES DE SAÚDE COMO ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS E MODELOS DE EFICIÊNCIA

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), uma unidade de saúde tradicional possui todas as características de um sistema de produção: elementos a serem transformados (pacientes); insumos ou recursos transformadores (materiais, capital físico, recursos humanos e capital financeiro) e; saídas (pacientes após o tratamento ou a consulta).

Para Espigares (1999), uma organização que presta serviços de atendimento à saúde aplica insumos (capital físico, humano e financeiro); obtém produtos intermediários (exames, radiografias, pernoites etc.); obtém produtos finais (cirurgias, partos e tratamentos intensivos) e; gera resultados (melhora de saúde dos pacientes). A Figura 9 ilustra essas considerações realizadas.

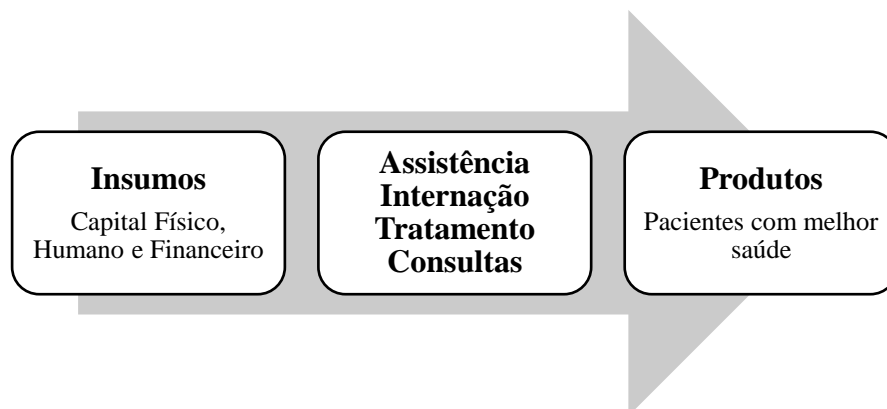


Figura 9 - As unidades de saúde como um sistema produtivo.
 Fonte: adaptado de Cesconetto, Lapa e Calvo (2008).

Neste contexto, uma unidade de saúde, seja ela ambulatorial ou hospitalar, pode ser considerada, apesar de suas particularidades em relação a uma organização industrial tradicional, como um sistema produtivo, no qual aplicam-se insumos e, dada uma determinada tecnologia, obtém produtos.

7.2. MODELOS DE EFICIÊNCIA APLICADOS A UNIDADES DE SAÚDE

Assim, como é factível tratar as unidades de saúde como uma unidade de produção a avaliação de eficiência em serviços de saúde é geralmente medida por meio da chamada análise de produtividade parcial, que corresponde a indicadores isolados, fornecendo apenas uma medida parcial de todo o funcionamento do sistema (CESCONETTO, LAPA E CALVO, 2008).

Segundo Rosko e Mutter (2008), a principal técnica paramétrica a ser utilizada para a estimação da ineficiência é a Fronteira Estocástica (SFA) e grande parte destes estudos utilizam, ao invés de uma fronteira de produção, uma fronteira de custos. Dentre esses trabalhos, pode-se citar Carey (2003) que analisou 1.209 hospitais localizados nos Estados Unidos, com função de custo do tipo Cobb-Douglas. O autor aplicou a técnica de Fronteira Estocástica a fim de descobrir os determinantes da eficiência dessas unidades de saúde, aplicando um método de dois estágios com mínimos quadrados ordinários. A ideia é primeiro criar uma função que explique os fatores endógenos que interferem nos custos, para, estimando a eficiência, utilizá-la como variável resposta com fatores exógenos, como indicadores econômicos e sociais, como variáveis explanatórias.

O autor utilizou como variável dependente o total de custos, não contabilizando o custo do capital, incluindo a folha de pagamento e os benefícios trabalhistas ajustados (total trabalhado em número de horas em relação ao total possível), e o número de leitos, além do

índice de mortalidade hospitalar como uma variável de aferição de qualidade da unidade. Como *output* utilizou um índice de altas por entradas no hospital.

Por outro lado, Deily, McKey e Dornan (2001) realizaram a análise de eficiência em 790 hospitais no estado da Flórida, nos Estados Unidos, utilizando-se de uma função de produção do tipo Translog, tendo como variável dependente um índice entre total de gastos com mão de obra e custo de capital. Como variáveis explanatórias, foram utilizadas entradas de pacientes, número de internações e número de visitas a pacientes ambulatoriais.

Rosko (1999) mediu a eficiência de 3.262 hospitais do mesmo país, utilizando uma modelagem de dois estágios e uma função de produção Translog. Para o modelo referente ao segundo estágio, foi utilizado um modelo do tipo Tobit, que foi proposto pelo economista James Tobin, para tratar modelos em que a variável resposta apresente algum tipo de entroncamento. Já Rosko (2001) analisou 1.966 hospitais dos Estados Unidos comparando a especificação do tipo de Cobb-Douglas e a Translog em um modelo de um estágio.

Analisando a eficiência de 876 hospitais, inclusive de 125 hospitais especialistas estadunidenses, Sari (2003) especificou uma função de custo do tipo Cobb-Douglas, tendo como variável resposta o custo total de cada hospital e como variáveis explanatórias a quantidade de *outputs* operacionais – número de admissões e visitas a pacientes – além dos preços dos insumos de cada hospital, tais como salários, e número de leitos por 1.000 habitantes. Para explicar os fatores exógenos ao controle operacional das organizações em estudo, foram adicionadas variáveis não controláveis que podem influenciar de maneira indireta a eficiência dos hospitais, tais como: Produto Interno Bruto (PIB) per capita, população, taxa de desemprego e a taxa de Herfindahl-Hirschman (H-H)⁹ por município. Foram adicionadas variáveis categóricas que indicam se o hospital é universitário, urbano ou rural e sua natureza – se público, privado com fins lucrativos ou privado sem fins lucrativos.

Marinho (2001), realizou uma análise de eficiência em 43 hospitais universitários brasileiros por meio de DEA no ano de 1997 e foram considerados como *inputs*: área construída; número de docentes pagos pelo Ministério da Educação (MEC); recursos financeiros totais empregados pelo MEC, Sistema Único de Saúde (SUS), fundações e outros; número total de funcionários; número total de leitos ativos; número de médicos internos; número de médicos pagos pelo MEC; número de médicos residentes; número de salas de ambulatório; número de salas de cirurgia e ambulatório e; número de salas de centros cirúrgicos.

⁹ O Índice de Herfindahl-Hirschman mede a concentração de mercado e é calculado pela seguinte fórmula: $H = \sum_{i=1}^N q_i^2$, para q_i = quota de mercado da empresa i no mercado e N é o número de empresas no mercado.

Já como *outputs*: o número total de cirurgias, número total de consultas, número total de internações e o Fator de Incentivo ao Desenvolvimento do Ensino e da Pesquisa em Saúde (FIDEPS)¹⁰.

A pesquisa alerta para o cuidado que se deve ter ao interpretar os resultados, pois os inventários coletados nas unidades de saúde são, muitas vezes, incompletos ou imprecisos. Os modelos, CCR e BCC, foram exclusivamente orientados a *outputs* pela natureza dos hospitais, pois a natureza dos insumos é estável.

Já Cesconetto, Lapa e Calvo (2008) analisaram a eficiência, por meio de DEA, de 112 hospitais que prestam serviços para o SUS em Santa Catarina (SC), mostrando que havia, para o ano em análise, 23 unidades eficientes. Entretanto, antes da análise propriamente dita, foi realizada primeiramente uma análise exploratória de dados a fim de dividir as DMUs em categorias de porte e especificidade, porque a fronteira de eficiência deve ser formada por unidades semelhantes. Sobre esta consideração, Thanassoulis (2001), demonstra que apenas para o modelo BCC é necessária a equiparação de características, pelo menos referente ao tamanho, pois sob esta condição é que a restrição de convexidade é imposta.

Os autores excluíram da análise os hospitais universitários e os hospitais especializados, pois conforme exposto, as unidades devem possuir similaridades para a análise e o objetivo era analisar hospitais gerais. Como *inputs* foram considerados: médicos e equipe de enfermagem; leitos do SUS; valor total em Autorização de Internação Hospitalar (AIH) e como *output* o total de altas. Foram aplicados modelos BCC, primeiramente orientado a produtos e, posteriormente, a insumos. Para a rede catarinense, como um todo, foi demonstrado que o número de altas deveria se elevar, em média, em 15% a fim que o sistema como um todo se tornasse eficiente. A modelagem orientada a *inputs* mostrou que o número de profissionais da saúde, entre médicos e enfermeiros, poderia ser diminuído em 25%, o número de leitos em 17% e os valores de AIH deveriam diminuir, em média, em 13%.

Du et al. (2014) propõem um modelo de supereficiência orientado a *outputs* para analisar 119 hospitais localizados no estado da Pennsylvania, nos Estados Unidos da América (EUA). A justificativa para se utilizar o modelo de supereficiência é que nos modelos clássicos as DMUs eficientes não são diferenciadas entre elas mesmo, havendo diversos empates. Os autores utilizaram como *inputs*: leitos, médicos, enfermeiras e custos operacionais. Enquanto que para os *outputs* foram utilizados: receitas operacionais, número total de atendimentos e uma

¹⁰ Bonacim (2011) expõe que o FIDEPS corresponde a um índice que diferencia o reembolso aos hospitais universitários por incorporarem atividades de ensino e pesquisa.

média ponderada das taxas de sobrevivência calculada com dados de relatórios de desempenho hospitalar. O modelo de supereficiência, proposto por Andersen e Petersen (1993), possui como princípio retirar a quantidade de insumos e de produtos da DMU em análise das restrições de cada modelagem de programação, podendo, portanto, a eficiência apresentar qualquer positivo.

Os modelos DEA de eficiência são, muitas vezes, comparados com outros tipos de modelos, como em Banker, Conrad e Strauss (1986) que comparou a aplicação de Análise por Envoltória de Dados com a Função de Custo Translog, expandindo a aplicabilidade de DEA para análise de custos e suas respectivas produções. Os pesquisadores aplicaram modelo BCC, tendo como *inputs* o tempo de serviço das enfermeiras, o tempo de serviço geral e o tempo de serviço de assistentes, apresentando como *outputs* quantidade de pacientes classificados por idade: crianças, adultos e idosos. Não foi realizado um segundo estágio na modelagem DEA para realização de inferência.

Uma investigação da eficiência da utilização de recursos no setor de saúde de Minas Gerais (MG), Brasil, foi realizada por Fonseca e Ferreira (2009), que analisaram 66 microrregiões do estado, pela classificação do IBGE, de forma a serem consideradas como as DMUs. Primeiramente foi realizada uma análise exploratória dos dados, a fim de analisar correlações iniciais e propor medidas de análise multivariada para diminuir dimensões e manter o modelo parcimonioso.

Foram inseridas e analisadas variáveis a respeito das duas principais áreas da saúde: saúde preventiva e a saúde curativa. Os *inputs* modelados foram: estabelecimentos de saúde, como centros de saúde, prontos-socorros, hospitais, unidades móveis, farmácias e postos de saúde; equipamentos, representados por 55 tipos de equipamentos, como mamógrafos, aparelhos de Raio X, eletrocardiógrafos, ultrassom, tomógrafo etc. e; profissionais, como médicos, enfermeiros, odontólogos, assistentes sociais, terapeutas, administradores etc. Os *outputs* considerados foram: famílias acompanhadas pelo Programa de Saúde da Família (PSF) e PACS (Programa Agente Comunitários de Saúde); produção ambulatorial, como consultas, implantação de próteses, exames, cirurgias e quimioterapias.

Foram classificadas como eficientes 12 microrregiões. Após a modelagem e a geração dos resultados, foi realizada uma estatística descritiva dos índices de eficiência, da qual pôde-se constatar que grande parte das microrregiões possuem índices maiores do que média dos estados, ou seja, há distribuição assimétrica negativa.

Em uma província austríaca, Hofmarcher, Peterson e Riedel (2002) estudaram a evolução da eficiência de 93 hospitais no período de 1994 a 1996, por meio da técnica de DEA

com aplicação em dados em painel com efeitos fixos. A pesquisa afirma que entre os diversos estudos de eficiência de unidades de saúde, as variáveis que se utilizam como *inputs* geralmente possuem concordância, como: número de leitos como uma proxy para capital físico, capital humano em suas várias desagregações e custos são utilizados como entradas.

No entanto, pela natureza de cada unidade, em cada região e visão estratégica de cada sistema de saúde, as variáveis de saída (*outputs*) são controversas, pois devem representar a especificidade de cada região. Porém, as principais variáveis utilizadas são: número de consultas, dias de tratamento médio e ensino e produção científica para hospitais universitários. Foram criados dois modelos de DEA orientado a *inputs* do tipo BCC, com realocação de variáveis. Como *output* o estudo utilizou: dias de internação e um índice denominado LDF, que representam diagnósticos classificados como baseados em desempenho, pois há um problema de incentivos do médico diagnosticar o paciente com uma enfermidade mais complexa do que a realidade a fim de ter maiores ganhos nos procedimentos, mas que, dependendo do tipo de recebimento, gera custos adicionais. Como *inputs* foram empregados: capital físico (leitos e número de alas) e; trabalho (em todos seus níveis).

O Quadro 4 resume algumas aplicações de DEA no âmbito do setor de saúde, sejam em hospitais ou em níveis geográficos. Importante destacar que, atualmente, os níveis geográficos do Ministério as Saúde do Brasil são diferentes dos indicados pelo IBGE, podendo haver confusão entre os pesquisadores da área, gerando erros de coleta de dados.

Quadro 4 - Autores e aplicações de modelos de eficiência no âmbito da saúde

Autor	Amostra	Método	Variáveis
Marinho (2001)	93 hospitais	DEA CCR – <i>Outputs</i> Dados em Painel DEA BCC – <i>Outputs</i> Dados em Painel	Inputs: área construída; número de docentes; recursos financeiros; funcionários; leitos; médicos; médicos residentes; salas de ambulatório; salas de cirurgia e ambulatório e; salas de centros cirúrgicos. Outputs: cirurgias; consultas; internações e; FIDEPS

- Continua -

- Continuação -

Cesconetto, Lapa e Calvo (2008)	112 hospitais	DEA BCC – <i>Inputs</i> Dados em Corte DEA BCC – <i>Outputs</i> Dados em Corte	Inputs: médicos e equipe de enfermagem; leitos do SUS; valor total em Autorização de Internação Hospitalar (AIH). Output: total de altas.
Du et al. (2014)	119 hospitais	DEA FDH – <i>Outputs</i> Dados em Corte	Inputs: leitos; médicos; enfermeiras e; custos operacionais. Outputs: receitas operacionais; atendimentos e; média ponderada das taxas de sobrevivência.
Banker, Conrad e Strauss (1986)	114 hospitais	DEA CCR – <i>Outputs</i> Dados em Corte DEA BCC – <i>Outputs</i> Dados em Corte	Inputs: tempo de serviço das enfermeiras, tempo de serviço geral e; tempo de serviço de assistentes. Outputs: quantidade de pacientes classificados por idade: crianças, adultos e idosos.
Fonseca e Ferreira (2009)	66 microrregiões	DEA BCC – <i>Outputs</i> Dados em Corte	Inputs: estabelecimentos de saúde; equipamentos e; profissionais da saúde. Outputs: famílias acompanhadas pelo PSF e PACS e; produção ambulatorial.
Hofmarcher, Peterson e Riedel (2012)	93 hospitais	DEA BCC – <i>Inputs</i> : Dados em Corte	Inputs: capital físico (leitos e número de alas) e; trabalho (em todos seus níveis). Outputs: dias de internação e; Índice LDF.
Carey (2003)	1.209 hospitais	Fronteira Estocástica (Custos): Cobb-Douglas	Variável dependente: custo total, exceto custo de capital. Variáveis explanatórias: leitos, custo do capital, índice de mortalidade hospitalar e altas hospitalares.
Deily, McKay e Dornan (2001)	790 hospitais	Fronteira Estocástica (Custos): Translog (2 estágios)	Variável dependente: custos com mão de obra e custo de capital. Variáveis explanatórias: entradas de pacientes, número de internações e número de visitas a pacientes ambulatoriais.

- Continua -

- Continuação -

Rosko (1999)	3.262 hospitais	Fronteira Estocástica (Custos): Translog (2 estágios)	Variável dependente: custo total. Variáveis explanatórias: pacientes, custo do capital, salários, índice H-H, dummy de tipo de hospital, porcentagem de pacientes com plano de saúde.
Rosko (2001)	1.631 hospitais	Fronteira Estocástica (Custos): Cobb-Douglas e Translog	Variável dependente: custo total. Variáveis explanatórias: pacientes, custo do capital, salários, índice H-H, dummy de tipo de hospital, porcentagem de pacientes com plano de saúde.
Sari (2003)	876 hospitais	Fronteira Estocástica (Custos): Cobb-Douglas	Variável dependente: custo total. Variável explanatória: total de entradas, total de altas, salário, número de visitas, infecção hospitalar, características dos pacientes – como idade e sexo -, leitos, Dummy para o tipo de hospital, índice H-H e população.

Fonte: elaboração própria.

Conforme pode ser observado se por um lado o modelo BCC orientado a *output* foi o mais utilizado dentre os modelos não paramétricos, por outro lado a fronteira de custos foi a mais utilizada dentre os modelos paramétricos. Quanto às variáveis alocadas em insumos e produtos, nota-se que o capital físico representado pelo leito aparece na maioria das análises de DEA, assim como quantidade de procedimentos, enquanto que o número de pacientes foi a variável mais utilizada como *output* em modelos paramétricos, assim como variáveis categóricas para caracterizar o tipo de hospital.

O próximo capítulo apresenta as variáveis e a análise exploratória dos dados coletados pelo DATASUS, que representa o departamento de informática do Sistema Único de Saúde (SUS), e do Censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), cujos dados foram utilizados para se estabelecer os determinantes da eficiência dos hospitais do SUS nas microrregiões do sudeste brasileiro.

8 METODOLOGIA E ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Nesta seção serão explicitadas as variáveis a serem analisadas, além da verificação de discrepâncias dos dados coletados. Após, será realizada uma análise exploratória de dados, a fim de conhecer de forma aprofundada as variáveis, estudando as suas estatísticas descritivas e realizando, quando possível a fim de comparação, análise multivariada para redução da dimensionalidade e classificação das unidades produtivas em estudo.

8.1. VARIÁVEIS ANALISADAS, CLASSIFICAÇÃO E ANÁLISE DE DISCREPÂNCIAS

As variáveis analisadas por este trabalho foram divididas em dois grupos: variáveis operacionais ou endógenas – que representam aquelas que possuem vínculo com as atividades operacionais do SUS nestas regiões e – variáveis exógenas, como aquelas relacionadas aos aspectos econômicos e sociais das microrregiões analisadas.

O primeiro grupo apresenta 24 variáveis, enquanto que o segundo apresenta 43 variáveis, já considerando as manipulações para adicionar ao banco variáveis do tipo “per capita” e por 1.000 habitantes. O Quadro 5 apresenta as variáveis selecionadas, entre as variáveis que serão utilizadas no primeiro estágio da análise. No Apêndice I são apresentadas todas as variáveis coletadas, seus nomes e seus significados. Ressalta-se que o banco está disponível com o autor.

Quadro 5 - Variáveis Operacionais selecionadas: nomes e *labels*.

Variável	Significado	Variável	Significado
v06	Valor Médio AIH	v032	Equipamentos Hospitalares / 10.000 hab.
v09	Média de Permanência no Hospital	v034	Leitos Hospitalares / 1.000 hab.
v011	Taxa de Mortalidade Hospitalar	v036	Médicos / 1.000 hab.
v012	Complemento da Taxa de Mortalidade Hospitalar	v037	Profissionais de Gestão de Saúde / 1.000 hab.
v026	AIH / 1.000 hab.	v041	Enfermeiros / 1.000 hab.

Fonte: elaboração própria por meio de informações do DATASUS (2016) e IBGE (2010).

Importante observar mais uma vez que as variáveis cujos nomes se iniciam com a letra *v* são consideradas como operacionais ao sistema, ou seja, endógenas, tendo os gestores controle sobre elas, tais como: número de médicos, número de leitos, número de hospitais etc., enquanto que as variáveis não controláveis, ou ambientais, são distinguidas por seus nomes se iniciarem com a letra *e*.

Tendo em vista que as microrregiões possuem tamanhos populacionais distintas umas das outras (basta se atentar ao fato de haver microrregiões nas quais estão contidas as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, decidiu-se realizar as estatísticas descritivas com dados por mil habitantes quando assim for possível.

Há no banco de dados original 160 observações, já que existe exatamente este número de microrregiões no Sudeste do Brasil. Entretanto, como o objetivo é definir quais os determinantes da eficiência nas microrregiões que possuem ao menos um hospital operacionalizado pelo setor público, foram retiradas 41 microrregiões que não estão encaixadas nessa característica de possuírem ao menos um hospital operacionalizado diretamente pelo Estado. As observações excluídas são mostradas no Quadro 6.

Quadro 6 - Microrregiões excluídas da análise por não possuírem ao menos um hospital operacionalizado diretamente pelo poder público, seja federal, estadual ou municipal.

Microrregião	Mesorregião	Estado
Novo Horizonte	São José do Rio Preto	São Paulo
Votuporanga	São José do Rio Preto	
Auriflama	São José do Rio Preto	
Nhandeara	São José do Rio Preto	
Jales	São José do Rio Preto	
Catanduva	São José do Rio Preto	
Ituverava	Ribeirão Preto	
Batatais	Ribeirão Preto	
Franca	Ribeirão Preto	
Jaú	Bauru	
Limeira	Piracicaba	
Pirassununga	Campinas	
Amparo	Campinas	
Adamantina	Presidente Prudente	
Dracena	Presidente Prudente	
Tupã	Marília	
Tatuí	Marília	
Itapetininga	Itapetininga	
Paraitinga	Itapetininga	
Itaquara	Metropolitana de Belo Horizonte	
Pará de Minas	Metropolitana de Belo Horizonte	
Ouro Preto	Metropolitana de Belo Horizonte	
Grão Mogol	Norte de Minas Gerais	
Pedra Azul	Jequitinhonha	
Diamantina	Jequitinhonha	
Caratinga	Vale do Mucuri	
Peçanha	Vale do Mucuri	
Patrocínio	Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba	
Curvelo	Campo das Vertentes	
Três Marias	Campo das Vertentes	
Oliveira	Oeste de Minas Gerais	

- Continua -

- Continuação -

Microrregião	Mesorregião	Estado
Divinópolis	Oeste de Minas Gerais	Minas Gerais
Pouso Alegre	Sul e Sudoeste de Minas Gerais	
Poços de Caldas	Sul e Sudoeste de Minas Gerais	
Santa Rita do Sapucaí	Sul e Sudoeste de Minas Gerais	
Ponte Nova	Zona da Mata Mineira	
Cantagalo/Cordeiro	Centro Fluminense	Rio de Janeiro
Barra de São Francisco	Noroeste Espírito Santense	Espírito Santo
Nova Venécia	Noroeste Espírito Santense	
Santa Teresa	Central Espírito Santense	
Alegre	Sul Espírito Santense	

Fonte: elaboração própria.

As seguintes microrregiões foram excluídas da análise por apresentarem dados faltantes ou com problemas de interpretatividade, tais como *missing data*: Araçatuba (SP), Barretos (SP), Guaratinguetá (SP), Ourinhos (SP), Avaré (SP), Frutal (MG), Aimorés (MG), Itabira (MG), São Lourenço (MG), Muriaé (MG), Afonso Cláudio (ES), Cachoeiro de Itapemirim (ES), Vassouras (RJ) e Macacu-Caceribu (RJ).

Importante observar que este estudo analisará a eficiência das Microrregiões determinadas pelo IBGE e que, sendo assim, as microrregiões excluídas da análise correspondem a esta divisão territorial. Desta forma, foram excluídas 41 microrregiões, permanecendo no banco de dados 105 observações. Foram analisadas também possíveis discrepâncias, como dados faltantes e improváveis, como, por exemplo, a microrregião ser possuidora de um hospital, mas não possuir médicos. Não foram encontradas divergências deste tipo.

Conforme observado anteriormente, este estudo tratará da eficiência técnica de microrregiões do sudeste brasileiro no que tange a operacionalidade de hospitais públicos nelas instalados. Desta forma, é essencial que se classifique as variáveis operacionais em *inputs*, ou seja, insumos (entradas) e *outputs*, ou bens e serviços produzidos pelo sistema de saúde (saídas). O Quadro 7 apresenta a classificação de variáveis selecionadas para serem incluídas nas modelagens a serem criadas.

Quadro 7 - Classificação operacional de variáveis selecionadas.

Variável	Classificação Operacional
v09; v011 (v012) ¹¹ e; v026	<i>Outputs</i>
v032; v034; v036; v037 e; v041	<i>Inputs</i>

Fonte: elaboração própria.

Essas variáveis foram selecionadas a partir da análise de todas as variáveis operacionais coletadas que possuem relação direta com a definição de eficiência técnica. Assim, todas

¹¹ v011 e v012 correspondem às mesmas variáveis, pois $v012 = 1 - v011$ (taxa de mortalidade hospitalar).

variáveis que representam custos (que possui relação com eficiência alocativa) como valor médio por autorização de internação, foram desconsideradas. Foram mantidas apenas uma das variáveis perfeitamente colineares¹² e privilegiadas as variáveis que representam os valores por habitantes das microrregiões. Serão aplicados os modelos DEA-BCC (orientado a *outputs* e a *inputs*) além da fronteira estocástica orientada a *outputs*.

8.2. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

Quanto a quantidade de médicos, a fim de aprofundar a análise, os dados da variável v036 (quantidade de médicos por 1.000 habitantes) foram divididos em classes segundo critérios adotados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), que divide a variável médicos por 1.000 habitantes da seguinte forma: $x < 0,500$; $0,501 < x < 0,999$; $1,000 < x < 2,999$; $x > 2,999$. Foram criadas, assim, quatro classes, cuja tabela de frequência encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de frequência quanto à classe de médicos (v036) per capita.

Classe	Frequência	Porcentagem (%)	% Acumulada
[0,000 – 0,500]	64	62,39	62,39
] 0,500 – 0,999]	19	16,24	78,63
] 0,999 – 2,999]	21	20,00	99,15
> 2,999	1	0,85	100,00

Fonte: elaboração própria.

Há, portanto, cinco variáveis que podem ser classificadas como *outputs* da atividade operacional tratada e seis classificadas como *inputs*. A Tabela 2 apresenta as principais estatísticas descritivas de variáveis selecionadas, tais como média, mediana, 1º quartil, 2º quartil, mínimo e máximo das variáveis operacionais analisadas

Tabela 2 - Estatísticas descritivas de variáveis operacionais selecionadas

	Média	Desv.Pad	p25	p50	p75	min	máx
v09	5.51	4.22	3.40	4.75	6.10	0.01	30.00
v011	4.75	2.89	2.66	4.24	6.63	0.06	18.00
v026	16.98	17.03	2.58	13.30	26.58	0.00	107.00
v032	1.40	1.14	0.67	1.14	1.77	0.15	7.00
v034	0.53	0.46	0.18	0.46	0.67	0.01	3.00
v036	0.59	0.89	0.09	0.24	0.93	0.00	8.00
v037	0.13	0.23	0.01	0.04	0.15	0.00	2.00
v041	1.71	2.04	0.31	1.05	2.70	0.00	14.00
v042	0.94	0.69	0.48	0.72	1.20	0.12	4.00

Fonte: elaboração própria.

¹² Variáveis perfeitamente colineares, segundo Pindyck e Rubinfeld (2001) são aquelas que representam a mesma medida em escalas diferentes. Por exemplo: horas de permanência no hospital por mês e horas de permanência no hospital por ano.

Considerando que, dentro da análise paramétrica, as especificações de produção de Cobb-Douglas têm como requisito as variáveis em forma de logaritmo, as variáveis serão transformadas por meio de logaritmo natural das mesmas, a fim de se analisar as estruturas das distribuições de probabilidade.

O histograma da variável v09 (tempo médio de permanência dos pacientes nos hospitais), é apresentado na Figura 10.

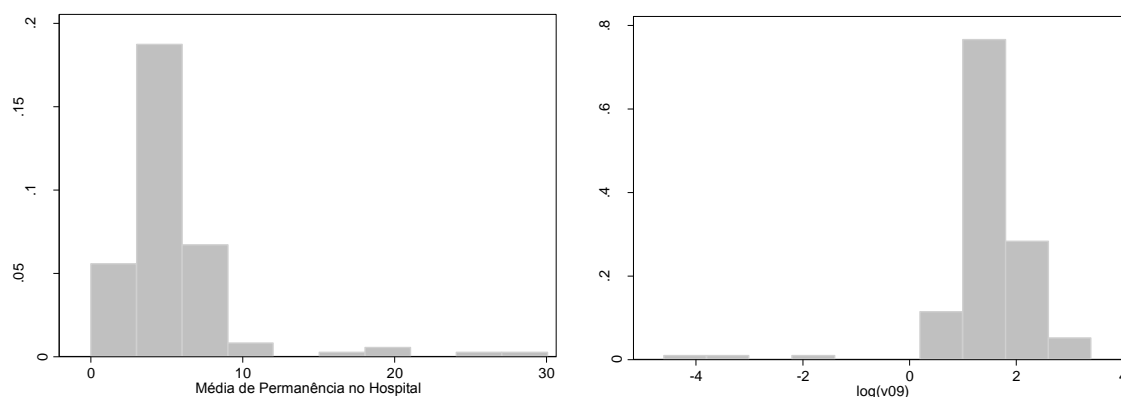


Figura 10 - Histograma da variável v09 e de log (v09).

Fonte: elaboração própria.

Conforme pode ser observado, há uma cauda pesada de probabilidades, com assimetria à direita, em contraste com a distribuição do logaritmo da mesma variável que apresenta assimetria à esquerda. A Tabela 3 apresenta os valores atípicos da variável em questão, considerando aquelas microrregiões que possuem média de permanência hospitalar maior que 10 dias (RUFINO *et al.*, 2012).

Tabela 3 - Microrregiões com Média de Permanência Hospitalar (v09) maior que 10 dias.

Microrregião	Desvio-Interquartílico	Valor
Sorocaba	1,84	11,07
Campos dos Goytacazes	1,90	11,24
Barbacena	3,85	16,50
Lins	5,26	20,29
Piuí	5,52	20,99
Ubá	7,03	25,08
São João da Boa Vista	8,87	30,05

Fonte: elaboração própria.

Rufino *et al.* (2012) indicam que fatores como o tabagismo, o alcoolismo e o nível de escolaridade da população podem influenciar na média de permanência do paciente nos hospitais, pois são fatores que aumentam o risco de infecção hospitalar.

A Figura 11 apresenta o *violin plot* da variável v09 (tempo médio de permanência dos pacientes nos hospitais).

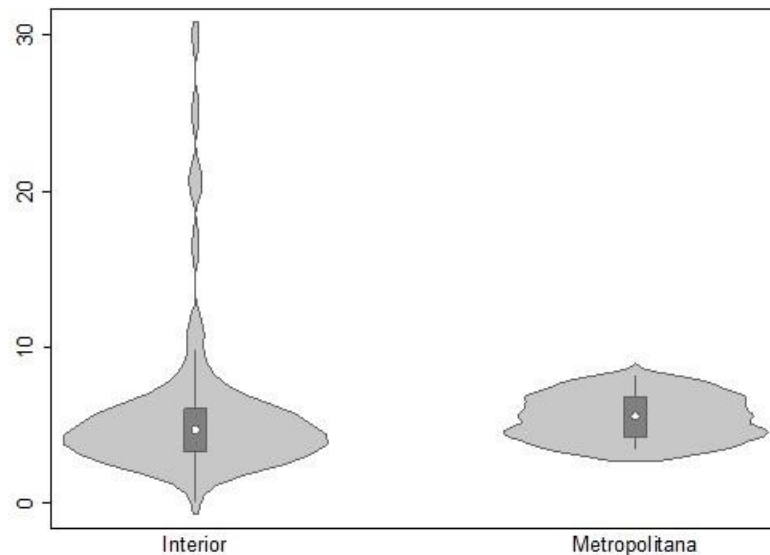


Figura 11 - *Violin-plot* da variável v09 por classificação da microrregião.
Fonte: elaboração própria.

Observa-se maior variabilidade do tempo de permanência nas microrregiões interioranas, tendo como tempo de permanência máxima de 30,05 dias, referente à microrregião de São João da Boa Vista (SP), variabilidade esta esperada pela maior homogeneidade de tecnologias e de insumos das regiões metropolitanas.

Já a Figura 12 apresenta o *violin-plot* da mesma variável em relação à recomendação da Organização Mundial de Saúde quanto a quantidade de médicos por 1.000 habitantes de uma determinada região.

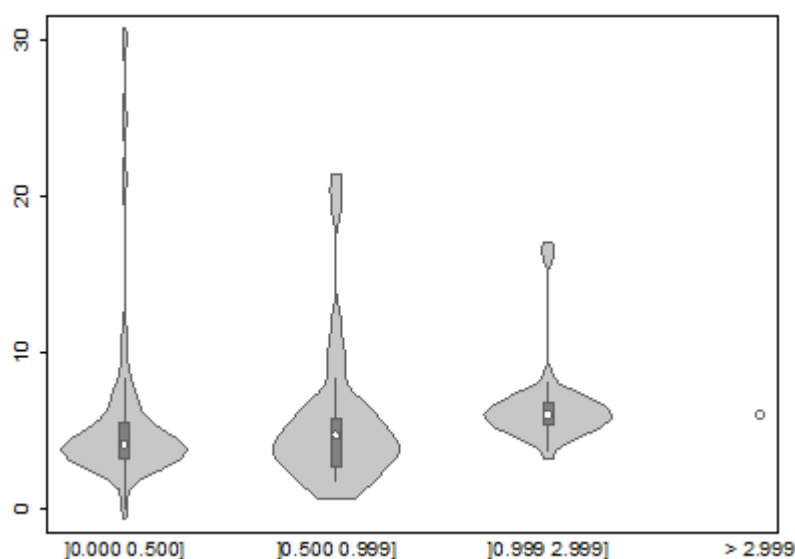


Figura 12 - *Violin-plot* da variável v09 por classificação de quantidade de médicos por 1.000 habitantes da OMS. Fonte: elaboração própria.

Nota-se a indicação de que quanto maior a razão (médicos / população) analisada, menor a variabilidade da média de permanência hospitalar. Apesar disso, há indicação de que há maior média de permanência em hospitais quanto maior é a concentração de médicos per capita, por conta da maior concentração de dados acima das duas primeiras classes. Pode-se explicar este fato pois quanto maior essa razão, maiores as possibilidades de tratamento e de diagnósticos na mesma microrregião.

Já o histograma da variável v011 é mostrado na Figura 13 que também apresenta a distribuição do logaritmo da variável analisada. Importante mencionar que esta variável é vista como uma *proxy* à qualidade do serviço hospitalar (TRAVASSOS, NORONHA; MARTINS, 1999).

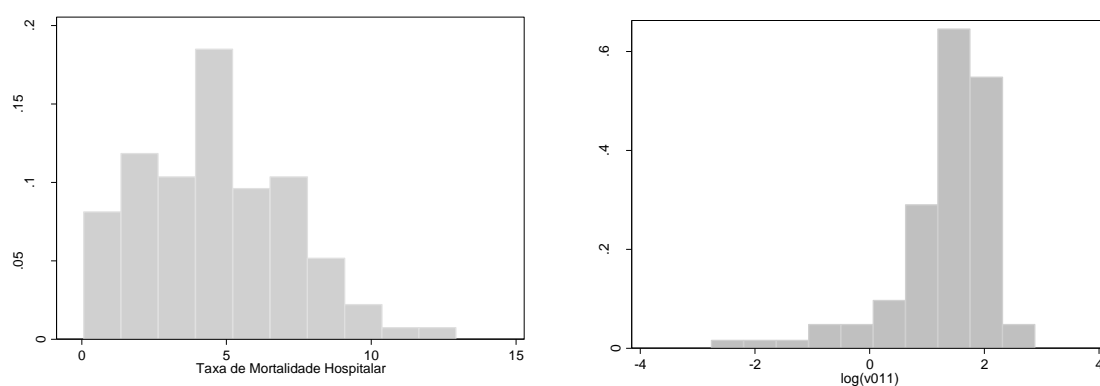


Figura 13 - Histograma da variável v011 e de log (v011). Fonte: elaboração própria.

Campos dos Goytacazes é a microrregião que apresenta a maior taxa de mortalidade hospitalar (v011). Segundo Iezzoni (1994), os fatores que influenciam este quesito são: diferenças quanto à gravidade do estado de saúde da população atendida em cada hospital, variações na eficiência das tecnologias médicas empregadas, adequação do processo de cuidado do paciente e ruídos aleatórios, sendo necessário estudos que quantifiquem o peso de cada variável mencionada para determinar o motivo da discrepância desta microrregião.

Comparando-se a taxa de mortalidade complementar das microrregiões em que se encontram com a classificação da microrregião em que cada uma se encontra (metropolitana ou interior), nota-se pela Figura 14, que mostra os *violins-plots* da variável pela classificação proposta, que a taxa complementar de mortalidade hospitalar nas regiões metropolitanas possui uma menor variabilidade do que nas regiões do interior, apontando para um maior padrão nos atendimentos ofertados.

Além disso, a mediana encontra-se acima do meio da caixa nas regiões metropolitanas, apontando para uma distribuição negativamente assimétrica, ou seja, concentrando massa de dados na parte superior. Há que se levar em consideração que existe um *outlier* nesta classificação que é a microrregião de Vassouras.

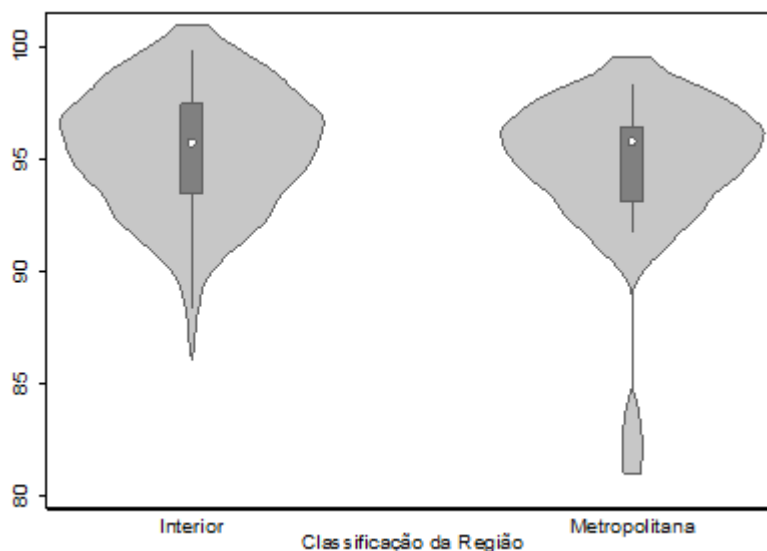


Figura 14 - *Violin-plot* da variável v012 por classificação da microrregião.

Fonte: elaboração própria.

A relação de médicos por habitantes e o complemento da taxa de mortalidade hospitalar pode ser examinada por meio da Figura 15, que apresenta o *violin plot* correspondente às variáveis analisadas.

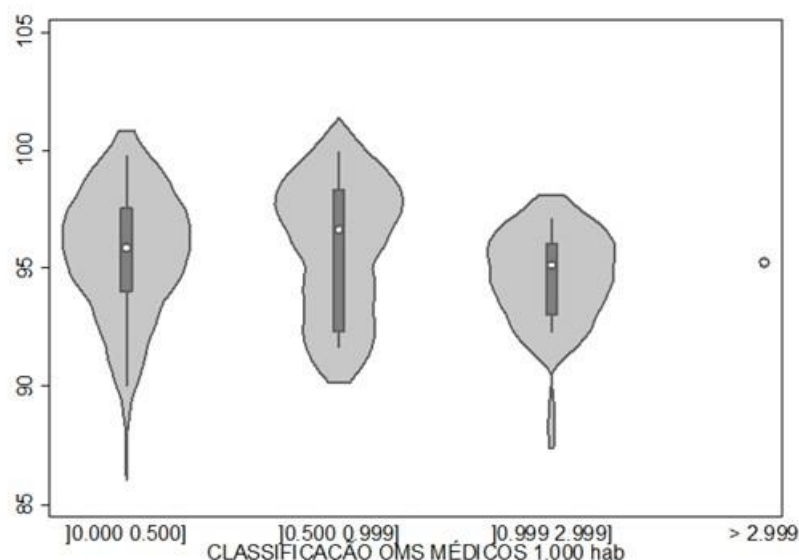


Figura 15 - *Violin-plot* da variável v012 por classificação de quantidade de médicos per capita da OMS.
Fonte: elaboração própria.

Nota-se que a variabilidade do complemento da taxa de mortalidade hospitalar é, em uma análise preliminar a testes formais, menor em microrregiões que possuem de 0,999 a 2,999 médicos por 1.000 habitantes. As microrregiões que se enquadram na primeira faixa analisada (0,000 – 0,500) são as que possuem o valor mínimo mais baixo entre as três analisadas. Nota-se, também, que a mediana da variável v012 das microrregiões que apresentam entre 0,500 e 0,999 médicos por habitante é a maior dentre as classificações examinadas.

A variável v026, que representa *AIH per capita*, apresenta como medidas de tendência central, média de 16,98 e mediana de 13,30, indicando uma distribuição assimétrica à direita, como é mostrado pela Figura 16. Nota-se que há cauda pesada, que corresponde à microrregião de Botucatu (SP). Importante destacar que a microrregião em questão possuía em 2015 o número de 225.584 habitantes, e recebeu em 2013 a primeira e única clínica de tratamento de dependentes químicos do interior de São Paulo, fazendo com que receba diversos pacientes de todo o estado, além de possuir hospital especializado em tratamento infanto-juvenil. Mesmo que este trabalho não considere hospitais especializados, este fato é importante pois pode-se criar externalidades positivas¹³ quanto a outros estabelecimentos, criando uma região de influência na mesorregião.

¹³ Externalidades, segundo Varian (2006) correspondem a efeitos de uma ação sobre outros agentes, podendo ser positivas ou negativas.

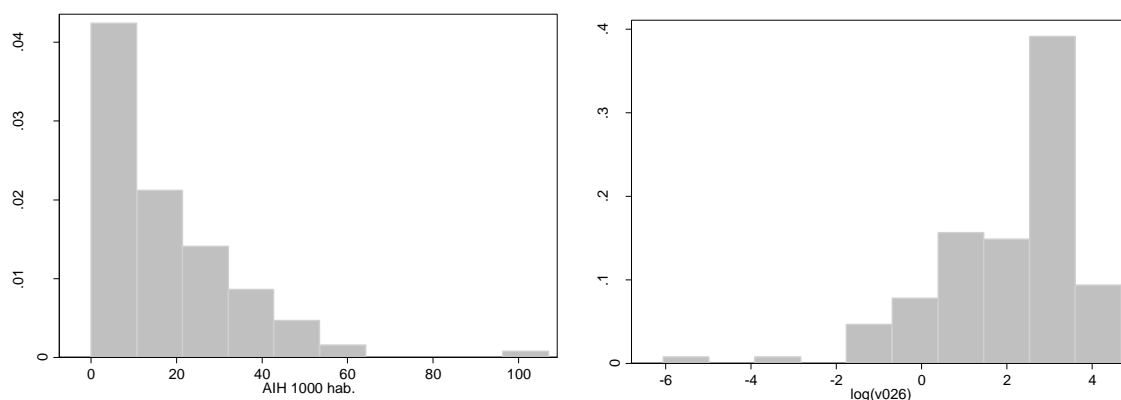


Figura 16 - Histograma da variável v026 e de log (v026).
 Fonte: elaboração própria.

Analisando-se a variável v026 (AIH *per capita*) pela classificação das microrregiões entre metropolitana e interiorana, a Figura 17 apresenta o *violin plot* dessa relação.

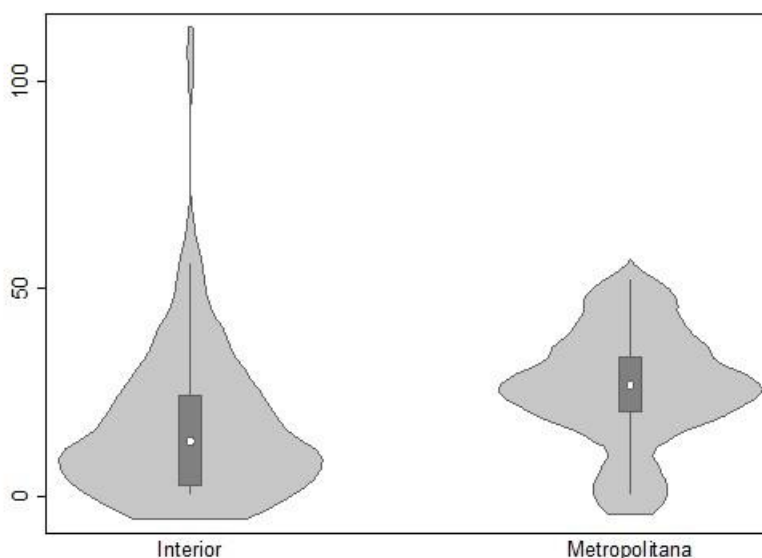


Figura 17 - *Violin-plot* da variável v026 por classificação da microrregião.
 Fonte: elaboração própria.

Observa-se, mais uma vez, maior variabilidade nas microrregiões do interior, se comparadas com as metropolitanas. A média da variável v026 (AIH *per capita*) aparenta ser maior nas microrregiões metropolitanas. A Figura 18 compara a quantidade de AIH *per capita* pelas classes sugeridas pela OMS quanto a quantidade de médicos por 1.000 habitantes.

No que se refere aos Equipamentos do SUS, representado pela variável v032, o histograma, apresentado na Figura 18, mostra a densidade de probabilidade da variável em questão e de seu logaritmo natural.

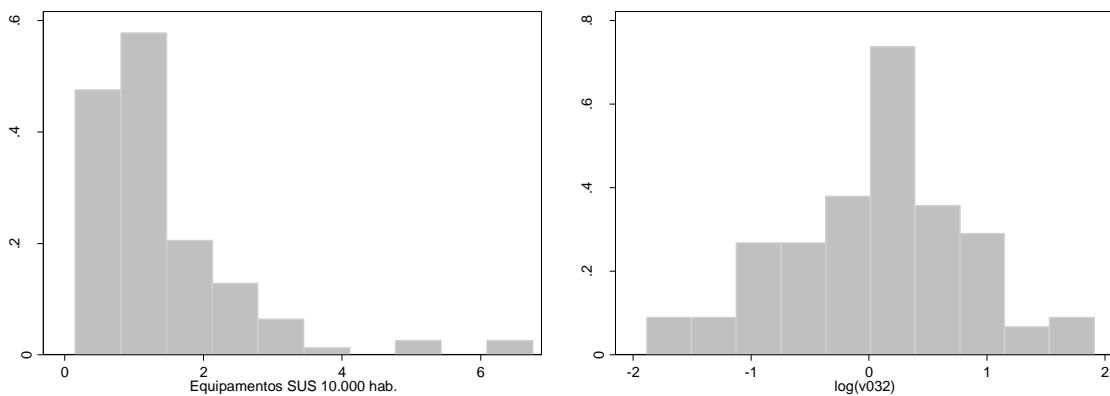


Figura 18 - Histograma da variável v032 e de log (v032).
 Fonte: elaboração própria.

Verifica-se a presença de assimetria à direita, por conta das microrregiões de Bananal e Santa Maria Madalena que apresentam a concentração de 6,55 e 6,75 equipamentos por 10.000 habitantes.

Marinho *et al.* (2003) argumentam que o processo decisório relacionado à formação de capital fixo nos sistemas de saúde possui vários fatores determinantes: epidemiológico (histórico de doenças na região) e demográfico (pirâmide etária), marco regulatório de saúde (que delimita o interesse do Estado no setor), econômico-financeiro da região e o político, representando o campo de poder bouerdiano, análise essa que se encaixa na quantidade de leitos do sistema, variável analisada a seguir.

Com relação à quantidade de leitos por microrregiões, representada pela variável v034,
 a

Figura 19 apresenta o histograma da variável em questão.

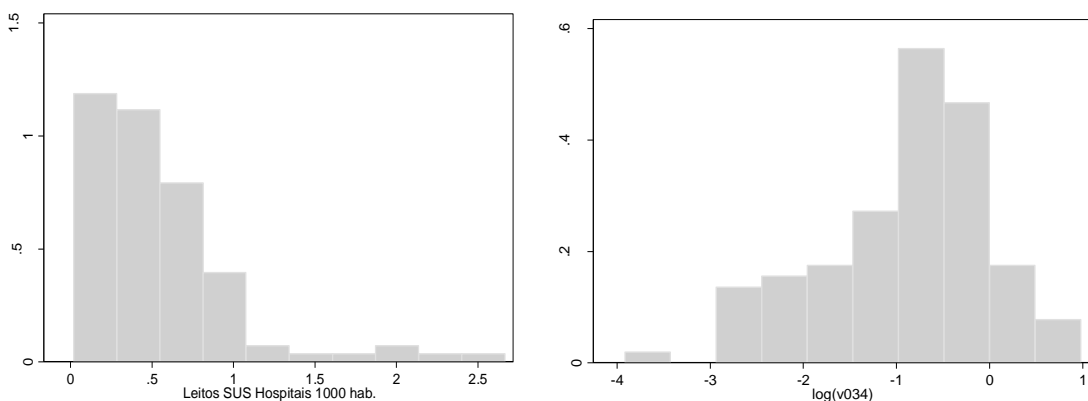


Figura 19 - Histograma da variável v034 e de log (v034).
 Fonte: elaboração própria

No que concerne a valores atípicos, conforme pode ser observado pela presença de forte assimetria à direita, as observações que apresentaram concentrações de leitos por 1.000 habitantes maior que 2 são indicadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Microrregiões que apresentam quantidade de leitos por 1.000 habitantes (v034) maior que 2.

Microrregião	Desvio-Interquartílico	Valor
Lins	2,82	2,07
Botucatu	3,43	2,37
Santa Maria Madalena	4,04	2,67

Fonte: elaboração própria.

O histograma da variável quantidade de médicos por 1.000 habitantes, representada por v036, e de seu logaritmo natural, encontra-se na Figura 20.

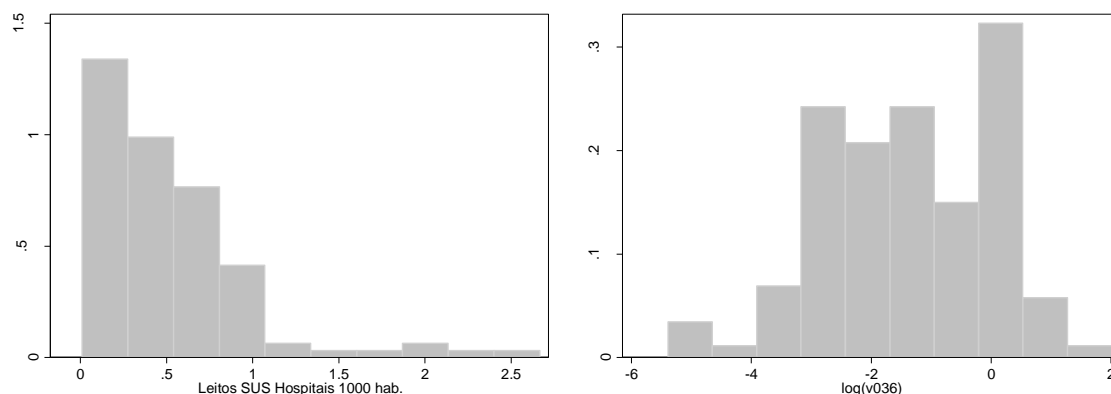


Figura 20 - Histograma da variável v036 e de log (v036).

Fonte: elaboração própria.

Nota-se uma distribuição assimétrica para direita, com os dados se concentrando entre 0 e 1 médicos por 1.000 habitantes. As observações que apresentam valores atípicos para esta variável são mostradas na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores atípicos da variável v036

Microrregião	Desvio-Interquartílico	Valor
Marília	1,72	2,38
Vitória	2,02	2,64
Cachoeiro de Itapemirim	2,42	2,97
Botucatu	7,79	7,50

Fonte: elaboração própria.

Marília (SP) possui duas faculdades de medicina que formam anualmente cerca de 150 médicos por ano, para uma população de cerca de 170.000 habitantes. Vitória (ES) aparece como a capital do sudeste brasileiro com a maior razão médicos por habitantes. Mais uma vez

Botucatu (SP) se destaca entre as variáveis de saúde, muito por conta, conforme já explicitado, de suas unidades especializadas, centros de referência do interior de São Paulo quanto ao tratamento de viciados em drogas e de saúde materno-infantil.

A variável v037, que representa os Profissionais de Gestão em Saúde por 1.000 habitantes, apresenta-se como uma novidade em relação aos estudos apresentados na seção 7.2 deste trabalho, que corresponde a análise de pesquisas de quantificação de eficiência aplicados ao setor de saúde. Ela apresenta uma média de 0,13 profissionais por 1.000 habitantes nas microrregiões analisadas, com mediana de 0,04 e desvio-padrão de 0,23. O histograma desta variável e de seu logaritmo é apresentado na Figura 21.

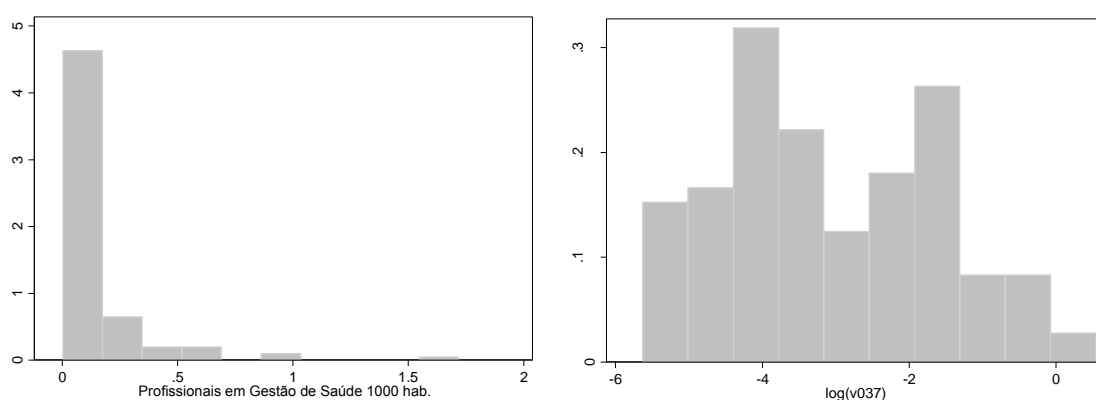


Figura 21 - Histograma da variável v037 e de log (v037).
Fonte: elaboração própria.

Observa-se mais uma vez uma forte assimetria à direita (positiva), com os dados densamente concentrados em valores até 0,15 – que corresponde ao terceiro quartil da variável analisada. Botucatu (SP) e Franco da Rocha (SP) são as microrregiões responsáveis pela cauda pesada à direita da distribuição em análise, com 1,03 e 1,72 profissionais de gestão de saúde por 1.000

Por fim, dentro da análise exploratória das variáveis operacionais, tem-se a v041, que indica a quantidade de enfermeiros de cada microrregião analisada. Há, em média, 1,71 enfermeiros por 1.000 habitantes, com mediana de 1,05 e desvio-padrão de 2,04. O histograma apresentado na Figura 22 ilustra o descrito acima.

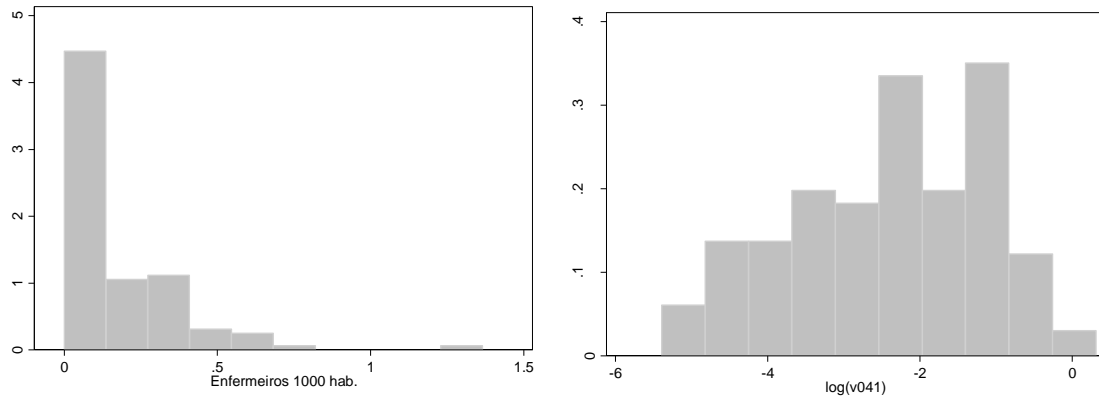


Figura 22 - Histograma da variável v041 e de log (v041).
 Fonte: elaboração própria.

Nota-se, pelo histograma, uma assimetria fortemente positiva, com os dados se concentrando entre 0,046 e 0,13. Atenta-se para uma observação atípica, com valor de 1,37, que corresponde à microrregião de Botucatu.

A Tabela 6 apresenta a matriz de correlação de Pearson entre as variáveis operacionais classificadas como quantitativas.

Tabela 6 - Matriz de correlação entre as variáveis operacionais.

	v09	v012	v026	v032	v034	v036	v037	v041
v09	1							
v012	-0.0776	1						
v026	0.117	-0.0855	1					
v032	0.175	-0.144	0.353***	1				
v034	0.451***	-0.0702	0.667***	0.734***	1			
v036	0.0570	-0.0424	0.677***	0.224*	0.420***	1		
v037	0.0790	-0.0916	0.699***	0.222*	0.454***	0.684***	1	
v041	0.197*	-0.127	0.803***	0.423***	0.656***	0.678***	0.710***	1

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que há um grande número de correlações significativas entre as variáveis operacionais. A Tabela 7 apresenta a interpretação advinda de Mukaka (2012) para os índices de correlação.

Tabela 7 - Classificação da Correlação de Pearson.

ρ (correlação de Pearson)	Classificação
0,90 – 1,00	Muito Forte
0,70 – 0,90	Forte
0,50 – 0,70	Moderada
0,30 – 0,50	Fraca
0,00 – 0,30	Desprezível

Fonte: adaptado de Mukaka (2012).

Desta forma há valores relativamente elevados na matriz de correlação apontada, indicando inclusive para adequabilidade de técnicas de redução de dimensionalidade, se necessário, já que estas necessitam de que as variáveis a serem reduzidas possuam alto poder de correlação (FÁVERO *et al.*, 2009).

Como as técnicas paramétricas necessitam de especificação da forma funcional da função de produção, a Tabela 8 apresenta as correlações quando as variáveis se encontram em escala logarítmica.

Tabela 8 - Matriz de Correlação das variáveis operacionais em escala logarítmica.

	log_v09	log_v012	log_v026	log_v032	log_v034	log_v036	log_v037	log_v041
log_v09	1							
log_v012	-0.319***	1						
log_v026	0.187*	-0.102	1					
log_v032	0.292**	-0.182	0.507***	1				
log_v034	0.615***	-0.112	0.740***	0.714***	1			
log_v036	0.0915	-0.0418	0.647***	0.424***	0.465***	1		
log_v037	0.207*	-0.219*	0.640***	0.460***	0.523***	0.566***	1	
log_v041	0.372***	-0.170	0.811***	0.661***	0.789***	0.653***	0.721***	1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

Fonte: elaboração própria.

As correlações são significativas, com grande parte sendo significantes a 1% de nível de significância, e ainda apresentam valores elevados. A partir deste ponto, serão mostrados gráficos de dispersão entre as variáveis consideradas como *outputs* contrapondo-as com as variáveis consideradas como *inputs*.

Realizada a análise exploratória dos dados operacionais, na próxima seção mostrará técnicas de redução da dimensionalidade dos dados operacionais e uma análise de clusterização em relação às variáveis exógenas a fim de escolher quais serão consideradas na segunda etapa da modelagem de eficiência proposta por este trabalho.

9 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme exposto, há diversas técnicas de mensuração de eficiência e este trabalho propõe a aplicação e comparação das mesmas no contexto de operações de hospitais instalados no sudeste brasileiro, tendo como referência as microrregiões classificadas pelo IBGE.

O objetivo desta seção é, portanto, a aplicação dessas técnicas, paramétricas, como as fronteiras estocásticas (Stochastic Frontier Analysis – SFA) e as não paramétricas, como Análise por Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis – DEA).

9.1. ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E COMPARAÇÃO ENTRE MODELAGENS

Destaca-se no Quadro 8 os tipos de modelos utilizados, as variáveis classificadas como *inputs* ou *outputs* e a forma de especificação do modelo (quando necessária).

Quadro 8 - Modelos propostos para quantificação da eficiência.

Nome	Modelo	Variáveis
H1	DEA – CCR Orientação a <i>Inputs</i>	Inputs: v032, v034, v036, v037, v041 Outputs: v09, v012, v026
H8	DEA – CCR Orientação a <i>Outputs</i>	Inputs: v09, v032, v034, v036, v037, v041 Outputs: v012, v026
H10	SFA (Cobb-Douglas) Orientação a <i>Output</i>	Inputs: v032, v034, v036, v037, v041 Output: v026

Fonte: elaboração própria.

Dentre a modelagem DEA optou-se apenas pelo modelo proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (CCR) que considera retornos constantes de escala. Esta proposição é válida para hospitais, pois, segundo Marinho (2003), esses estabelecimentos trabalham com alguma capacidade ociosa a fim de atender repentinas variações na demanda.

Destaca-se a transferência da variável v09, que indica a média de permanência no hospital, de *output* para *input*, pois é uma condição que não se espera que aumente, mas diminua, mesmo sendo considerada um *output*. Este artifício é indicado por Ferreira e Gomes (2009).

A Tabela 9 apresenta os resultados das eficiências estimadas para cada uma das microrregiões.

Tabela 9 - Resultados das modelagens propostas para quantificação de eficiência.

DMU	H1	H8	H10
Fernandópolis	0.27	0.23	0.14
S Jose R Preto	1.00	1.00	0.92
S Joaquim Barra	0.94	0.90	0.07

- Continua -

- Continuação -

DMU	H1	H8	H10
Jaboticabal	0.81	0.79	0.76
Ribeirao Preto	0.85	0.83	0.38
Andradina	0.65	0.65	0.65
Birigui	1.00	1.00	0.14
Lins	0.38	0.30	0.28
Bauru	0.73	0.73	0.76
Botucatu	0.64	0.64	0.50
Araraquara	0.67	0.65	0.62
Sao Carlos	0.55	0.48	0.44
Rio Claro	0.74	0.62	0.05
Piracicaba	1.00	1.00	1.00
S Joao B Vista	1.00	1.00	0.24
Mogi Mirim	0.61	0.55	0.58
Campinas	0.79	0.78	0.61
Pres Prudente	1.00	1.00	0.82
Marilia	0.48	0.42	0.40
Assis	0.51	0.45	0.44
Itapeva	0.42	0.38	0.14
Capao Bonito	0.47	0.47	0.40
Piedade	1.00	1.00	0.65
Sorocaba	0.64	0.49	0.38
Jundiai	0.90	0.90	0.88
Braganca SP	1.00	1.00	0.51
Campos Jordao	0.27	0.27	0.05
S Jose Campos	1.00	0.97	0.51
Bananal	0.21	0.13	0.16
Caraguatatuba	0.35	0.31	0.32
Registro	1.00	1.00	0.85
Itanhaem	0.88	0.86	0.93
Osasco	0.95	0.95	0.75
Franco da Rocha	0.51	0.48	0.41
Guarulhos	0.76	0.74	0.61
Itapec Serra	1.00	1.00	0.85
Sao Paulo	0.71	0.70	0.57
Mogi das Cruzes	0.73	0.68	0.54
Santos	0.59	0.54	0.52
Unai	0.52	0.51	0.51
Paracatu	0.45	0.44	0.51
Januaria	0.60	0.60	0.61
Janauba	0.81	0.78	0.69
Salinas	0.99	0.99	1.00
Pirapora	0.31	0.31	0.31

- Continua -

- Continuação -

DMU	H1	H8	H10
Montes Claros	0.63	0.63	0.64
Bocaiuva	1.00	1.00	1.00
Capelinha	0.58	0.58	0.43
Aracuai	0.58	0.56	0.26
Almenara	0.55	0.52	0.33
Teofilo Otoni	0.60	0.58	0.56
Nanuque	0.56	0.56	0.38
Ituiutaba	0.70	0.70	0.13
Uberlandia	0.90	0.89	0.57
Patos de Minas	0.91	0.90	1.00
Uberaba	0.60	0.58	0.63
Araxa	0.37	0.36	0.26
Bom Despacho	0.33	0.32	0.08
Sete Lagoas	1.00	1.00	0.81
Conc M Dentro	1.00	1.00	0.08
B Horizonte	0.73	0.65	0.44
Cons Lafaiete	0.68	0.31	0.30
Guanhaes	0.66	0.65	0.53
Gov Valadares	1.00	1.00	0.94
Mantena	1.00	1.00	0.25
Ipatinga	1.00	0.73	0.54
Piui	0.50	0.50	0.35
Formiga	0.29	0.24	0.13
Campo Belo	1.00	1.00	0.15
Passos	0.32	0.29	0.18
S Seb Paraiso	1.00	1.00	0.34
Alfenas	1.00	1.00	0.23
Varginha	0.66	0.42	0.44
Andrelandia	0.44	0.43	0.49
Itajuba	1.00	0.96	0.23
Lavras	0.90	0.90	0.07
S J del Rei	0.89	0.72	0.09
Barbacena	0.37	0.29	0.29
Manhuacu	1.00	1.00	0.57
Vicosa	0.38	0.33	0.10
Uba	0.88	0.69	0.22
Juiz de Fora	0.50	0.42	0.35
Cataguases	1.00	0.99	0.39
Itaperuna	1.00	1.00	0.15
S Antonio Padua	1.00	1.00	1.00
Campos Goytac	0.93	0.81	0.59
Macaé	1.00	1.00	0.83

- Continua -

- Continuação -

DMU	H1	H8	H10
S M Madalena	0.74	0.74	0.31
Tres Rios	1.00	1.00	1.00
Nova Friburgo	0.93	0.93	0.72
Bacia de S Joao	0.82	0.82	0.78
Lagos	0.56	0.56	0.47
Vale Paraiba	0.99	0.99	0.82
Barra do Pirai	1.00	1.00	0.70
Baia I Grande	0.93	0.92	0.65
Serrana	1.00	1.00	0.94
Itaguaí	0.78	0.76	0.70
Rio de Janeiro	1.00	1.00	0.60
Colatina	0.60	0.58	0.36
Montanha	1.00	1.00	0.62
S Mateus	1.00	1.00	0.98
Linhares	1.00	1.00	0.53
Vitoria	0.67	0.65	0.52
Guarapari	0.88	0.88	0.08
Itapemirim	0.47	0.47	0.57

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se a Tabela 9, tem-se que para o modelo M1 existem 32 microrregiões eficientes no que tange à operacionalidade dos hospitais. Já M8, que corresponde ao modelo DEA-CCR com orientação a *outputs*, apresentou 27 microrregiões eficientes e 6 DMUs eficientes na modelagem H10 que representa a SFA orientada a *outputs*.

A Tabela 10 apresenta as estatísticas descritivas das medidas de eficiência das modelagens propostas por este trabalho.

Tabela 10 - Estatísticas descritivas das medidas de eficiência dos modelos propostos.

Modelo	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
H1	0.747	0.240	0.210	1.000
H8	0.684	0.307	0.040	1.000
H10	0.496	0.271	0.271	1.000

Fonte: elaboração própria.

Ao se aplicar o modelo DEA-CCR orientado a *inputs* o número de equipamentos por 10.000 habitantes (v032) poderia ser reduzido em 33% nas microrregiões analisadas. Para o número de leitos por 1.000 habitantes (v034) seria possível uma redução de 28%. Já em relação ao número de médicos por 1.000 habitantes (v036), poderia ser reduzido em 30%. O número

de profissionais de gestão em saúde por 1.000 habitantes (v037) e o número de enfermeiros por 1.000 habitantes (v041) poderiam ser reduzidos em 26% e 27%, respectivamente.

Aplicando-se o modelo DEA-CCR orientado a *outputs*, nota-se que se pode aumentar em 25% a taxa de complemento hospitalar (v012) e em 21% o número de atendimentos hospitalares, mantendo-se constante o número de insumos.

Por se tratar de uma técnica determinística, a aplicação da DEA não implica o cumprimento de pressupostos. Desta forma, será analisada a modelagem por Fronteira Estocástica de Produção.

Analisando-se o modelo estocástico proposto, ainda no primeiro estágio, o mesmo foi estimado por meio de uma função de máximo-verossimilhança, com especificação de Cobb-Douglas. A Tabela 11 apresenta os resultados estimados. Nota-se, pelo Teste F, que todas as variáveis em conjunto atuam significativamente a 1% de nível de significância para explicar a variável resposta v026, que corresponde a quantidade de procedimento hospitalares por 1.000 habitantes de cada microrregião analisada.

Tabela 11 - Modelo de Fronteira Estocástica (SFA) H10 orientado a *output*.

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
log_v026						
log_v032	-.2333948	.0000167	-1.4e+04	0.000	-.2334275	-.2333621
log_v034	.7016216	6.46e-06	1.1e+05	0.000	.7016089	.7016343
log_v036	.2048836	5.68e-06	3.6e+04	0.000	.2048724	.2048947
log_v037	.0696128	6.02e-06	1.2e+04	0.000	.069601	.0696246
log_v041	.1032087	.000011	9399.03	0.000	.1031871	.1032302
_cons	4.577784	.0000449	1.0e+05	0.000	4.577696	4.577872
/lnsig2v	-34.70518	244.2387	-0.14	0.887	-513.4042	443.9939
/lnsig2u	.3338464	.1380131	2.42	0.016	.0633457	.6043472
sigma_v	2.91e-08	3.55e-06			3.3e-112	2.58e+96
sigma_u	1.181664	.0815425			1.03218	1.352796
sigma2	1.396329	.1927117			1.018621	1.774037
lambda	4.06e+07	.0815425			4.06e+07	4.06e+07

Log likelihood = -93.735033

Number of obs = 105
Wald chi2(5) = 9.63e+10
Prob > chi2 = 0.0000

LR test of sigma_u=0: Prob >= chibar2 = 0.000

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que todas as variáveis explanatórias são significativas a 1% de nível de confiança. Tem-se que todos os coeficientes são positivos, com exceção da estimativa do

coeficiente de \log_v032 , que representa a quantidade de equipamentos por 1.000 habitantes. Este fato indica que o insumo em questão pode estar em estado de congestão, ou seja, o aumento no investimento em máquinas e equipamentos por 1.000 habitantes faz com que a produção de serviços hospitalares caia, em média, 0,23%.

Já em relação à variável $v034$, tem-se que em resposta a um aumento do número de leitos por 1.000 habitantes em 1%, espera-se que o nível de produção de serviços hospitalares aumente em 0,70%, enquanto que para médicos este valor chega a 0,20%.

O teste LR¹⁴ indica que o ruído u é estatisticamente significativo a 99% de nível de confiança – dando forte evidência de que há ineficiência técnica, isto é, não só aquela representada por fatores aleatórios. Assim, a Equação 14 apresenta o modelo proposto.

$$\begin{aligned} \log(v026) = & -0.23 \log(v032) + 0.70 \log(v034) + 0.21 \log(v036) \\ & + 0.07 \log(37) + 0.10 \log(v041) + 4.58 \end{aligned} \quad (14)$$

Para: $v026$ = serviços hospitalares por 1.000 habitantes; $v032$ = equipamentos por 10.000 habitantes; $v034$ = Leitos operacionalizados pelo SUS por 1.000 habitantes; $v036$ = médicos por 1.000 habitantes; $v037$ = profissionais de gestão de saúde por 1.000 habitantes; $v041$ = enfermeiros por 1.000 habitantes.

Somando-se os coeficientes das variáveis, tem-se o valor de 0,85 que indica retorno decrescente de escala (PINDYCK; RUBINFELD, 2002). Isto é, como a diminuição da produção de procedimentos hospitalares não se encaixa no escopo de um processo produtivo de saúde, há a indicação de que se tenha que incorporar tecnologias e processos de produção para o deslocamento da função para a esquerda, aumentando-se assim a produtividade (FERREIRA; GOMES, 2009).

A próxima seção apresentará as modelagens de regressão propostas com variáveis externas ao controle do SUS. Conforme exposto, serão propostas regressões estimadas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) em detrimento a modelos do tipo Tobit. Mc Donald (2009) propõe que, como as variáveis resposta em modelos de segundo estágio são do tipo fracionárias, a estimação do MQO é preferível à segunda.

9.2. DETERMINANTES DA EFICIÊNCIA DE HOSPITAIS OPERACIONALIZADOS PELO SUS (SEGUNDO ESTÁGIO)

A fim de estabelecer um modelo que explique os determinantes da eficiência dos hospitais operacionalizados pelo SUS nas microrregiões do Sudeste brasileiro. Como é

¹⁴ O teste possui como hipótese nula que não há efeitos de ineficiência técnica.

importante a criação de um modelo parcimonioso (SHARPE, 2000), foi criada uma análise de *clusters* para as variáveis exógenas, classificadas como *e* apresentadas no Apêndice I.

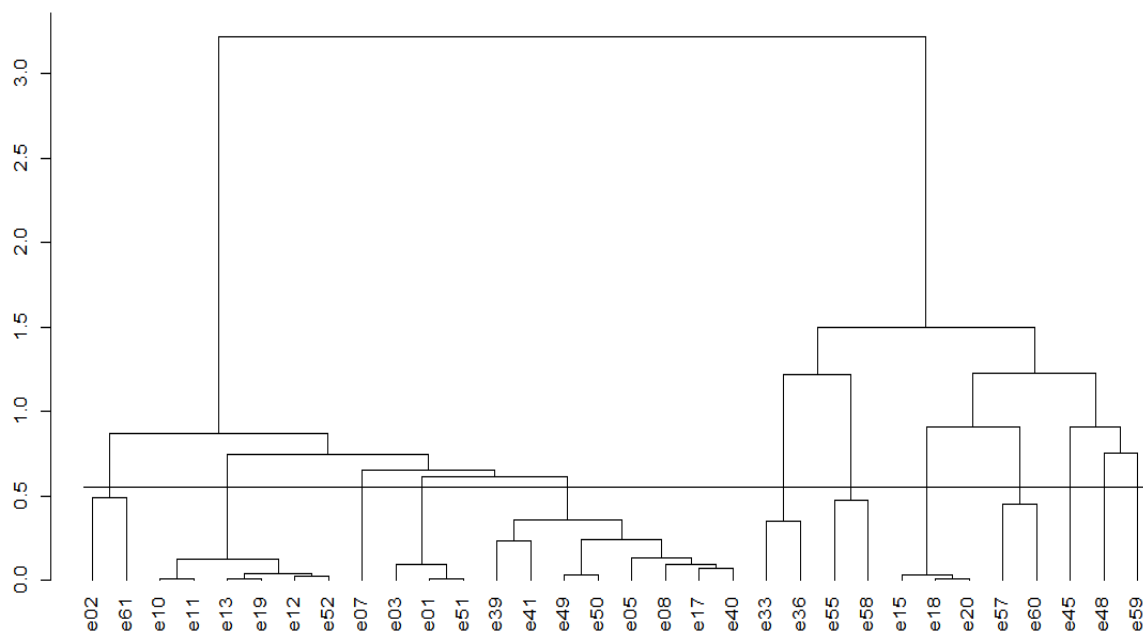


Figura 23 - Dendrograma da análise de *cluster* de variáveis exógenas com o corte proposto.
Fonte: elaboração própria.

Desta forma, o Quadro 9 apresenta os *clusters* sugeridos por meio de um corte transversal subjetivo no dendrograma da Figura 23.

Quadro 9 - *Clusters* sugeridos após análise do dendrograma pós análise hierárquica.

<i>Clusters</i>	Variáveis
C1	e02; e61.
C2	e10; e11; e13; e19; e12; e52
C3	e07
C4	e03; e01; e51; e39; e41; e49; e50; e05; e08; e17; e40
C5	e33; e36
C6	e55; e58
C7	e15; e18; e20
C8	e57; e60
C9	e45
C10	e48
C11	E59

Fonte: elaboração própria.

Os modelos de regressão propostos, terão, portanto, 11 variáveis exógenas, escolhidas dentro dos *clusters* propostos mais uma variável *dummy* indicando se determinada microrregião está em regiões metropolitanas ou se se encontra em regiões de interior, que são apresentadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Variáveis não controláveis selecionadas.

Variável	Significado
e02	Taxa de Fecundidade Total
e07	Expectativa de Anos de Estudo
e15	Índice de Gini
e34	Porcentagem de empregados com carteira assinada
e36	Densidade >2 por dormitório
e45	População Economicamente Ativa
e48	Relação entre População Urbana / População Rural
e51	IDH_Longevidade
e57	Porcentagem de Empregos na Indústria
e59	Porcentagem de Empregos no Comércio

Fonte: elaboração própria.

A Tabela 12 apresenta a matriz de correlação entre essas variáveis selecionadas e o nível de eficiência dada pelo modelo H1.

Tabela 12 - Matriz de Correlação entre medida de eficiência do modelo H1 e variáveis exógenas.

	H1	e02	e07	e51	e33	e34	e15	e57	e59	e45	e48
H1	1										
e02	-0.198*	1									
e07	-0.167	-0.248*	1								
e51	-0.0377	-0.578***	0.514***	1							
e33	0.0803	0.222*	-0.0728	-0.389***	1						
e34	0.101	-0.608***	0.566***	0.711***	-0.0846	1					
e15	0.114	0.119	-0.288**	-0.279**	0.329***	-0.217*	1				
e57	0.176	-0.479***	0.276**	0.493***	-0.266**	0.615***	-0.473*	1			
e59	0.0671	-0.0343	0.113	0.133	0.0104	-0.106	0.126	-0.191	1		
e45	-0.00107	0.120	0.167	0.125	0.0139	0.0650	0.0613	-0.0917	0.127	1	
e48	-0.0158	0.171	-0.241*	-0.328***	0.0949	-0.251**	0.246*	-0.175	-0.187	-0.145	1

|* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que as correlações lineares entre a variável resposta e as explanatórias não são muito altas. A Tabela 13 apresenta a modelagem de mínimos quadrados ordinários proposta para explicar a eficiência da modelagem de eficiência CCR apresentada.

Nota-se, pelo Teste F que o modelo de forma geral é significativo a 99% de nível de confiança. A variável e02 (Taxa de Fecundidade Total) possui significância no modelo cheio a 99% de nível de confiança.

Tabela 13 - Modelo de segundo estágio de Mínimos Quadrados Ordinários para explicar a eficiência do modelo H1.

Number of obs	=	105
F(10, 94)	=	2.80
Prob > F	=	0.0045
R-squared	=	0.2294
Adj R-squared	=	0.1474
Root MSE	=	.22173

H1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
e02	-.363543	.1405394	-2.59	0.011	-.6425872 - .0844988
e07	-.1047851	.0430983	-2.43	0.017	-.1903578 - .0192124
e01	-.0368924	.0295245	-1.25	0.215	-.095514 .0217291
log_e36	.2367574	.1026126	2.31	0.023	.0330176 .4404971
e15	.968085	1.07871	0.90	0.372	-1.173719 3.109889
e57	.0078452	.0029535	2.66	0.009	.0019809 .0137094
e59	.0131881	.0068538	1.92	0.057	-.0004203 .0267964
e61	.0058082	.0045448	1.28	0.204	-.0032157 .0148321
e48	-.0695184	.0868316	-0.80	0.425	-.2419245 .1028878
c_meso	.00058	.0668165	0.01	0.993	-.1320858 .1332457
_cons	3.551519	2.254979	1.57	0.119	-.9257952 8.028834

Fonte: elaboração própria.

A variável e07 (expectativa de anos de estudo), que possui coeficiente negativo, é significante a 95% de nível de confiança. Este resultado está em consonância com Santos, Jacinto e Tejada (2012) que estimaram correlações negativas entre nível de saúde e renda. Desta maneira, aumentando a expectativa de vida em 1%, espera-se, tudo o mais constante, queda de 0,10 unidades na eficiência das microrregiões analisadas.

As variáveis e01 (expectativa de vida) e e36 (% da população residente em domicílios com densidade maior que 2) aparentam relação logarítmica em relação aos escores de eficiência, e significância a 90% e 95% de nível de confiança, respectivamente. Aumentando-se a expectativa de vida em 1% espera-se uma queda de 2,55 pontos na unidade de eficiência, enquanto que um aumento de 1% de domicílios que possuam densidade maior que 2, tem um impacto esperado de aumento em 0,23 unidades no score de eficiência.

O aumento de uma unidade do Índice de Gini, representada pela variável e15, faz com que o aumento esperado no escore de eficiência seja de 0,90. Este resultado é condizente com a teoria microeconômica, já que regiões mais desenvolvidas – se ainda não classificadas na chamada “armadilha da renda média¹⁵” – geralmente apresentam maiores desigualdades de renda (PINDYCK; RUBINFELD, 2002).

¹⁵ Armadilha da renda média ocorre quando uma região começa a distribuir renda quando ainda não é desenvolvida (BACHA, 2013).

O aumento em 1% da concentração de empregos na indústria (e57) faz com que a eficiência em saúde esperada aumente em 0,007 unidades, com 1% de nível de significância. Já em relação à concentração de empregos no comércio (e59) e no setor de agropecuária (e61), o aumento de 1% na primeira variável, tudo o mais constante, faz com que a eficiência esperada aumente em 0,013 unidades, enquanto que para a segunda este aumento esperado é de 0,005 unidades, sendo esta não significativa a 10% de nível de significância.

O aumento da razão entre população rural e urbana, representada pela variável e48, faz com que seja esperada uma queda de 0,06 unidades no escore de eficiência dos hospitais operacionalizados pelo SUS nas microrregiões do sudeste brasileiro. Este sinal é esperado, já que a população urbana possui maiores benefícios de participarem da divisão do trabalho em menos tempo (MISES, 2010). Porém, nota-se que esta variável não é significativa a 10% de nível de significância.

As Figura 24 e a Figura 25 apresentam o gráfico de Q-Q Plot de análise de normalidade dos resíduos da regressão proposta, respectivamente, e o gráfico de dispersão entre a eficiência calculada e o ruído da mesma.

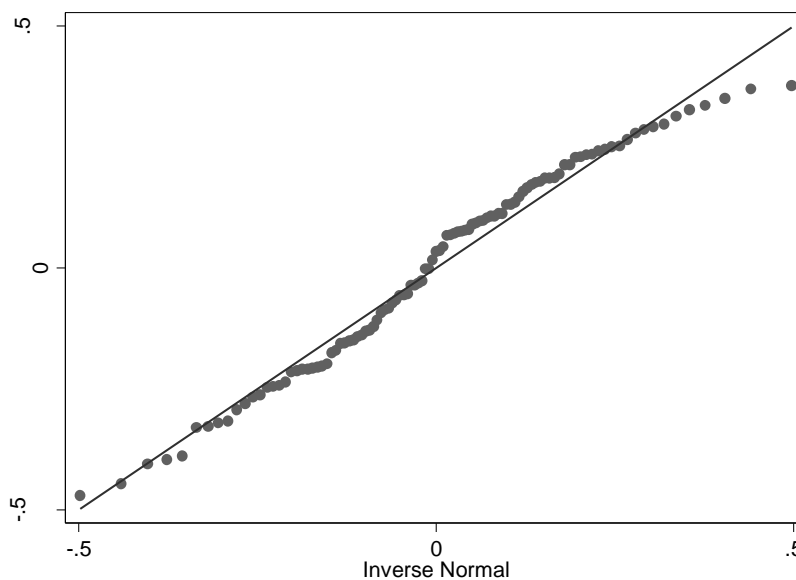


Figura 24 - Q-Q Plot dos resíduos da regressão de segundo estágio com os escores de eficiência de H1 como variável resposta.

Fonte: elaboração própria.

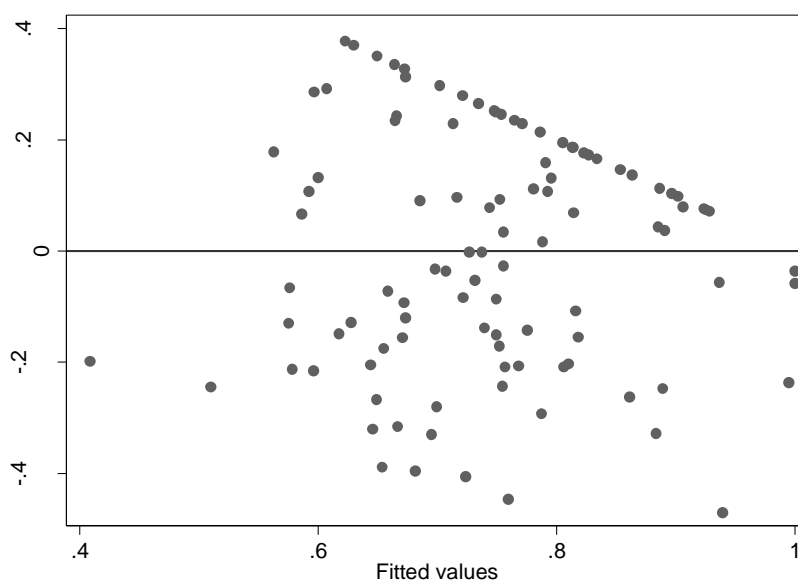


Figura 25 - Valores previstos e resíduos da regressão do modelo H1.
Fonte: elaboração própria.

Observa-se baixo desvio em relação à curva de normalidade, o que é confirmado pelo teste de Shapiro-Francia, que apresenta um p-valor de 0.053. Ou seja, a distribuição dos resíduos é normal com 95% de nível de confiança. Pela Figura 26, nota-se aleatoriedade dos resíduos, com exceção dos valores máximo de eficiência calculada.

A medida de Fatores de Inflação de Variância (VIF)¹⁶ foi de 2,10, indicando a não existência de multicolinearidade entre as variáveis explanatórias (PINDYCK; RUBINFELD, 2001). Além disso, o p-valor do teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade foi de 0,15, sugerindo, a 10% de nível de significância, a homocedasticidade dos resíduos. Realizando um teste *t* para testar se a média dos resíduos é igual a 0, obtém-se um p-valor de 0.9999, indicando que uma forte evidência para não se deve rejeitar a hipótese nula de igualdade.

Analisando os determinantes das eficiências do modelo DEA orientado a *outputs*, a Tabela 14 apresenta a matriz de correlação entre os escores de eficiência do modelo H8 (DEA-CCR *Output*) e as variáveis explanatórias sugeridas pela clusterização das mesmas.

¹⁶ Segundo Gujarati e Porter (2011), $VIF = 1/(1 - r_{ij}^2)$, para $r_{ij}^2 =$ correlação entre as variáveis *i* e *j* e deve se situar próximo de 2.

Tabela 14 - Matriz de Correlação entre H8 e variáveis explanatórias.

	H8	e02	e07	e01	e36	e15	e57	e59	e61
H8	1.0000								
e02	-0.1403	1.0000							
e07	-0.1667	-0.2478	1.0000						
e01	-0.1070	-0.5711	0.5099	1.0000					
e36	0.1300	0.2254	0.0908	-0.2708	1.0000				
e15	0.1398	0.1191	-0.2885	-0.2758	0.3311	1.0000			
e57	0.1133	-0.4789	0.2760	0.4889	-0.1793	-0.4729	1.0000		
e59	0.0787	-0.0343	0.1132	0.1265	-0.0662	0.1261	-0.1911	1.0000	
e61	-0.1781	0.5275	0.0241	-0.1977	-0.3133	-0.2437	-0.2620	-0.1140	1.0000

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que há não há correlações lineares fortes entre H8 e as demais variáveis, além de não haver evidência de multicolinearidade.

Desta forma, analisando-se os determinantes do modelo H8, que corresponde à Análise por Envoltória de Dados com retorno variável de escala orientada a *outputs* e a variável v09 (média de permanência hospitalar) como *input*, tem-se que o logaritmo de e02 se mostrou mais explicativo do que e02. Aumentando-se a taxa de fecundidade em 1% espera-se a queda, tudo o mais constante, de 0,65 unidades no escore de eficiência, sendo significativa a 99% de nível de confiança. Além disso, incrementando em um ano a expectativa de anos de estudo (e07), tem-se a esperança de queda de 0,10 unidades nos escores de eficiência deste modelo, sendo esta variável estatisticamente significativa a 5% de nível de significância.

A Tabela 15 apresenta o modelo de regressão proposto, com os escores de eficiência do modelo H8 como variável dependente. Importante ressaltar que os parâmetros foram estimados por meio da técnica não paramétrica de *Bootstrap*, com 1.000 replicações, porque os resíduos estimados por MQO não apresentaram normalidade a 1% de nível de significância.

Segundo Wheeler *et al.* (2002) a técnica de regressão por *bootstrap* pode ser adequada quando não se tem conhecimento da distribuição adjacente dos resíduos da regressão. Ela consiste na reamostragem das observações com reposição por n replicações.

Tabela 15 - Modelo de segundo estágio por *Bootstrap* com 1.000 replicações para explicar a eficiência do modelo H8.

Number of obs	=	105
Replications	=	1,000
Wald chi2(10)	=	27.39
Prob > chi2	=	0.0023
R-squared	=	0.1920
Adj R-squared	=	0.1060
Root MSE	=	0.2412

H8	Observed Coef.	Bootstrap Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
log_e02	-.6528003	.2757067	-2.37	0.018	-1.193176	-.1124252
e07	-.1007977	.0499073	-2.02	0.043	-.1986142	-.0029812
e01	-.0381984	.0340878	-1.12	0.262	-.1050092	.0286124
log_e36	.256436	.1268175	2.02	0.043	.0078783	.5049936
e15	1.030575	1.247202	0.83	0.409	-1.413896	3.475045
e57	.0073314	.0032778	2.24	0.025	.000907	.0137558
e59	.0144345	.0080605	1.79	0.073	-.0013639	.0302329
e61	.006299	.004938	1.28	0.202	-.0033793	.0159772
e48	-.0509747	.0936288	-0.54	0.586	-.2344838	.1325344
c_meso	-.0104142	.0670674	-0.16	0.877	-.1418639	.1210354
_cons	3.189563	2.496585	1.28	0.201	-1.703653	8.082779

Fonte: elaboração própria.

Já em relação à variável e01, que corresponde à expectativa de anos de vida, tem-se uma relação negativa, mas não significativa neste tipo de modelo. O aumento em 1% de pessoas que moram em domicílios com densidade maior que 2 (e36) faz com que se espere o incremento do nível de eficiência em 0,26 unidades, sendo que o aumento do Índice de Gini faz com que a eficiência esperada cresça em 1,03, não sendo significativo, entretanto, a 10% de nível de significância.

Quanto às porcentagens dos empregos em cada setor econômico classificado pelo IBGE, tem-se que o aumento da porcentagem dos empregos em 1% no setor industrial e no setor de comércio, faz com que se espere o aumento de eficiência em 0,01 unidades, sendo as mesmas significativas a 5% e 10% de nível de significância, respectivamente. Por estarem inseridas em regiões classificadas como metropolitanas, tem-se que, neste caso, espera-se para este caso menores escores de eficiência, não sendo, porém, significativo estatisticamente a 90% de nível de confiança.

A Figura 26 apresenta um gráfico de dispersão entre os valores previstos e os resíduos da regressão de segundo estágio. Nota-se aleatoriedade em torno de zero e ausência de heterocedasticidade.

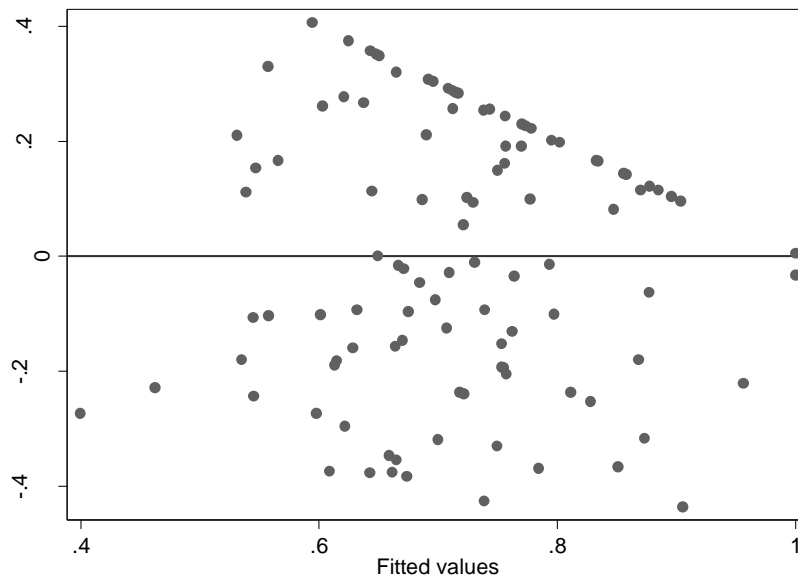


Figura 26 - Valores previstos e resíduos da regressão do modelo H1.
 Fonte: elaboração própria.

Por fim, analisam-se os determinantes da eficiência calculada por meio da modelagem de fronteira estocástica representada por H10. A Tabela 16 apresenta a matriz de correlação de Pearson entre os escores de eficiência do modelo H10 e as variáveis explanatórias selecionadas da análise de clusterização de variáveis.

Tabela 16 - Matriz de correlação entre os escores de eficiência do modelo H10 e de variáveis explanatórias.

	H10	e02	e07	e01	e36	e15	e57	e59	e61	e48
H10	1.0000									
e02	-0.0566	1.0000								
e07	0.0060	-0.2478	1.0000							
e01	-0.1717	-0.5711	0.5099	1.0000						
e36	0.3237	0.2254	0.0908	-0.2708	1.0000					
e15	0.1887	0.1191	-0.2885	-0.2758	0.3311	1.0000				
e57	-0.0888	-0.4789	0.2760	0.4889	-0.1793	-0.4729	1.0000			
e59	0.1575	-0.0343	0.1132	0.1265	-0.0662	0.1261	-0.1911	1.0000		
e61	-0.1546	0.5275	0.0241	-0.1977	-0.3133	-0.2437	-0.2620	-0.1140	1.0000	
e48	0.1014	0.1712	-0.2406	-0.3267	0.1988	0.2462	-0.1745	-0.1866	0.0234	1.0000

Fonte: elaboração própria.

Nota-se correlações lineares fracas, com exceção de e36, que apresenta correlação média. A Tabela 17 apresenta a regressão estimada por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), já que, conforme será visto depois, os pressupostos de Gauss-Markov foram respeitados.

Tabela 17 - Modelo de segundo estágio por MQO para explicar a eficiência do modelo H10.

Number of obs = 105
 F(10, 94) = 2.53
 Prob > F = 0.0095
 R-squared = 0.2123
 Adj R-squared = 0.1285
 Root MSE = .25305

H10	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
e02	-.3965355	.1617077	-2.45	0.016	-.71761	-.0754611
e07	-.0005012	.0490525	-0.01	0.992	-.0978961	.0968937
e01	-.0624245	.0330689	-1.89	0.062	-.1280835	.0032345
e36	.0146729	.0050898	2.88	0.005	.0045669	.0247789
e15	.6361459	1.210795	0.53	0.601	-1.767917	3.040209
e57	.0013323	.003368	0.40	0.693	-.0053549	.0080196
e59	.0167295	.0077729	2.15	0.034	.0012963	.0321627
e61	.0054321	.005269	1.03	0.305	-.0050297	.0158938
e48	.0272928	.0995972	0.27	0.785	-.1704598	.2250455
c_meso	-.0269233	.0779033	-0.35	0.730	-.1816022	.1277556
_cons	4.875352	2.494449	1.95	0.054	-.0774354	9.828139

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que as variáveis e02 (Taxa de Fecundidade Total), e01 (Expectativa de Vida), e36 (porcentagem de população residente em domicílios com densidade maior que dois) e e59 (Porcentagem de Empregos no Comércio) são significantes estatisticamente ao nível de significância de 5%, 10%, 1% e 5%, respectivamente.

O coeficiente estimado de e02 é de, aproximadamente, -0,40, indicando que o aumento de uma unidade na taxa de fecundidade total faz com que a eficiência média caia em 0,40 pontos. Já o coeficiente estimado de e01 foi -0,06, isto é, o aumento de uma unidade na expectativa de vida faz com que o escore de eficiência esperado seja menor nesta magnitude. O aumento da concentração domiciliar faz com que a eficiência esperada seja maior em 0,015 unidades, assim como o aumento do emprego no comércio.

Analisando-se as variáveis não significativas, destaca-se o sinal negativo da resposta de aumento de anos de estudo na eficiência – apesar de sua baixa significância – do aumento esperado pelo aumento da desigualdade de renda, medida pelo Índice de Gini, além da eficiência mais baixa esperada para microrregiões que se encontram em regiões metropolitanas.

Verificando-se a validade do modelo, a Figura 27 apresenta o Q-Q Plot dos resíduos, verificando-se um favorável ajustamento contra a linha que representa a normalidade dos desvios.

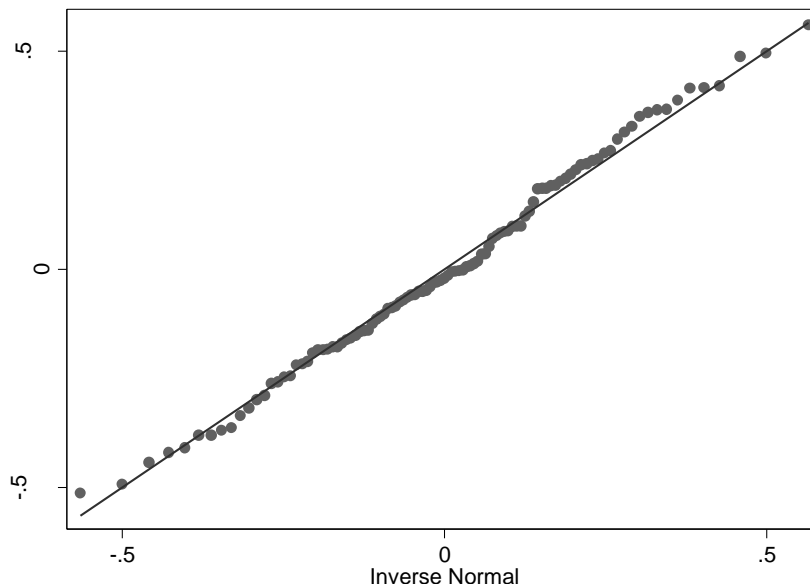


Figura 27 - Q-Q Plot dos resíduos da regressão de segundo estágio do tipo MQO com os escores de eficiência de H10 como variável resposta.
Fonte: elaboração própria.

O teste de Shapiro-Wilk corrobora com a análise gráfica, apresentando p-valor de 0,53951. O VIF é mais uma vez de 1,92, mostrando não haver problemas de multicolinearidade. O teste de Breusch-Pagan para homocedasticidade apresentou um valor de 0,28, não se rejeitando a 90% de nível de confiança a hipótese nula de homocedasticidade. O teste com a hipótese nula de que a média dos ruídos sejam igual a zero apresentou p-valor de 0,9999, dando fortes evidências de não rejeição à hipótese nula de igualdade.

O Quadro 11 apresenta um resumo das análises dos resultados de segundo estágio aqui descritas. A variável e02 (taxa de fecundidade total) é significativa nos três modelos propostos, com efeito negativo em todos deles. Já e57 (% de empregos na indústria) é significativo em dois modelos propostos de segundo estágio (A e C), tendo efeito positivo sobre a eficiência das microrregiões.

A variável expectativa de anos de estudo, representada por e07, é significativa, com nível de confiança de 95%, em dois modelos (A e C). Já e36 (% da população residente em domicílios com densidade maior que dois) é significativa em todos os modelos para explicar a eficiência das microrregiões no que tange à operacionalidade de hospitais públicos.

Quadro 11 - Resumo dos resultados de segundo estágio entre os diversos modelos de primeiro estágio propostos.

Modelo de 2º estágio	Variável Resposta	Variáveis Significantes	Estimação
A	H1	e02*; e57*; e07**; log_e36**; e59***	Mínimos Quadrados Ordinários
C	H8	log_e02**; e07**; log_e36**; e57**; e59***	Bootstrap (1.000 replicações)
E	H10	e36*; e02**; e59**; e01***	Mínimos Quadrados Ordinários

*1% **5% ***10%

Fonte: elaboração própria.

Em relação à variável e59, que corresponde à porcentagem de emprego no comércio, tem-se que a mesma é significativa nas três modelagens propostas, enquanto que e01 (expectativa de vida) é significativa para explicar a eficiência apenas no modelo E.

10 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou uma análise da eficiência das microrregiões do sudeste brasileiro quanto a operacionalidade de hospitais públicos. Foram apresentados os aspectos iniciais da pesquisa, como objetivos gerais e específicos, além da justificativa do estudo. Foram discutidos aspectos referentes à missão estatal de fornecer acesso à saúde para toda a população e uma comparação entre sistemas de saúde selecionados no mundo que podem vir a serem *benchmarks* do sistema brasileiro.

Foram propostos três modelos denominados: H1, H8 e H10 sendo os dois primeiros puramente matemáticos (Análise por Envoltória de Dados) e um estocástico com especificação de Cobb-Douglas (Fronteira Estocástica, que é representado por H10). Quanto ao nível de eficiência, 32 microrregiões foram consideradas como eficientes na modelagem H1, 28 em H8 e 6 em H10, com esta última apresentando a menor média de eficiência entre todas.

O modelo DEA-CCR orientado a *inputs* mostra que o número de equipamentos por 10.000 habitantes (v032) pode ser reduzido em 33% nas microrregiões analisadas. Para o número de leitos por 1.000 habitantes (v034) pode-se reduzir em média 28%. No que diz respeito ao número de médicos por 1.000 habitantes (v036), pode-se contrair em média em 30%. O número de profissionais de gestão em saúde por 1.000 habitantes (v037) e o número de enfermeiros por 1.000 habitantes (v041) poderiam ser reduzidos em 26% e 27%, respectivamente.

Aplicando-se o modelo DEA-CCR orientado a *outputs*, nota-se que se pode aumentar, em média, em 25% a taxa de complemento hospitalar (v012) e em 21% o número de atendimentos hospitalares, mantendo-se constante o número de insumos.

Após, foram realizadas modelagens de segundo estágio para estabelecer os determinantes não controláveis à eficiência técnica das microrregiões. A variável expectativa de anos de estudo (e07) foi significativa a 95% de nível de confiança em dois modelos (A e C); a porcentagem da população residente em domicílios com densidade maior que dois (e36) foi significativa nos três modelos para explicar a eficiência das microrregiões no que tange à operacionalidade de hospitais públicos, assim como porcentagem de emprego no comércio (e59) enquanto que expectativa de vida (e01) foi significativa para a eficiência apenas em E.

Importante destacar que esses resultados não devem servir de parâmetro para que o gestor público aumente o investimento em unidades eficientes para que não se aumente o “abismo” existente entre as microrregiões.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. J. M. **Sistema Único de Saúde: de que sistema se trata.** Tese de Doutorado. IMS/UERJ. Rio de Janeiro: UERJ, 2006.
- ANNAPOORNI, D.; PRAKASH, V. Measuring the Performance Efficiency of Hospitals: PCA–DEA Combined Model Approach. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. S1, 2017.
- ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management science**, v. 39, n. 10, p. 1261-1264, 1993.
- ANGELONI, M. T. Elementos intervenientes na tomada de decisão. **Ciência da Informação**, v. 32, n. 1, p. 17-22, 2003.
- ARROW, K. J. Uncertainty and the welfare economics of medical care. **American Economic Review**, v. 53 n. 5, p. 941-973, 1963.
- BACHA, E. Integrar para crescer: o Brasil na economia mundial. **A política econômica do governo Dilma: a volta do experimentalismo**, 2013.
- BANCO MUNDIAL. Governança no Sistema Único de Saúde (SUS) do Brasil: melhorando a qualidade do gasto público e gestão de recursos. **Brasília: Banco Mundial**, 2007.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W.. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management science**, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BANKER, R. D.; CONRAD, R. F.; STRAUSS, R. P. A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: an illustrative study of hospital production. **Management Science**, v. 32, n. 1, p. 30-44, 1986.
- BATTESE, G.; COELLI, T. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. In: **International applications of productivity and efficiency analysis**. Springer Netherlands, p. 149-165, 1992.
- BATTESE, G.; COELLI, T., A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data, **Empirical Economics**, 20(2), 325–332, 1995.
- BIZELLI, S. S. K.; BIZELLI, J. L.; CASTANHEIRA, E. R. L.. Diagramas na Atenção Primária: a Estratégia de Saúde da Família no Brasil. **GT13B Inovação Social**. 2015.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema Único de Saúde (SUS): princípios e conquistas**. Brasília. Ministério da Saúde, 2000. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/sus_principios.pdf>. Acesso em: 04/07/2017.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 1.631/GM de 01 de outubro de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília, 02/10/2002.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Programa de agentes comunitários de saúde (PACS)**. Brasília. Ministério da Saúde, 2001. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/pacs01.pdf>>. Acesso em: 05/07/2017.
- BRITO, F. A transição demográfica no Brasil: as possibilidades e os desafios para a economia e a sociedade. **Belo Horizonte: UFMG / Cedeplar**, p. 29-45, 2007.
- BUCKLEY, W. **A sociologia e a moderna teoria dos sistemas**. Cultrix/USP, 1967.
- CAREY, K. Hospital cost efficiency and system membership. **INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing**, v. 40, n. 1, p. 25-38, 2003.

CESCONETTO, A.; LAPA, J. S.; CALVO, M. C. M. Avaliação da eficiência produtiva de hospitais do SUS de Santa Catarina, Brasil. **Cadernos de Saúde pública**, v. 24, n. 10, p. 2407-2417, 2008.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. L. Measuring the efficiency of decision making units. **European journal of operational research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; GOLANY, B.; SEIFORD, L.; STUTZ J. Foundations of data envelopment analysis for Pareto-Koopmans efficient empirical production function. **Journal of Econometric**. 1985; 30:91-107.

CHOO, C. W. **A organização do conhecimento**: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Editora Senac. 2003

COOPER, W. W.; DENG, H.; HUANG, Z.; LI, S. X. Chance constrained programming approaches to technical efficiencies and inefficiencies in stochastic data envelopment analysis. **Journal of the Operational Research Society**, v. 53, n. 12, p. 1347-1356, 2002.

COSTA, E. A.; ROZENFELD, S. Constituição da vigilância sanitária no Brasil. **Fundamentos da vigilância sanitária**, p. 15-40, 2000.

DAMASCENO, J. K. **A estrutura do federalismo no Brasil e as implicações sobre a Política de Saúde**. Universidade de Brasília, Trabalho de Conclusão de Curso, 2014.

DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial**: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 237p.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 273-292, 1951.

DEILY, M.; MCKAY, N.; DORNER, F. Exit and inefficiency: The effects of ownership type. **Journal of Human Resources**, 35 (Autumn), 734-747, 2001.

DOMINGUES, C. M. A. S.; TEIXEIRA, A. M. da S. Coberturas vacinais e doenças imunopreveníveis no Brasil no período 1982-2012: avanços e desafios do Programa Nacional de Imunizações. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 9-27, 2013.

DU, J.; WANG, J.; CHEN, Y.; CHOU, S. Y.; ZHU, J. Incorporating health outcomes in Pennsylvania hospital efficiency: an additive super-efficiency DEA approach. **Annals of Operations Research**, v. 221, n. 1, p. 161-172, 2014.

ESCOREL, S. **Reviravolta na saúde**: origem e articulação do movimento sanitário. Editora Fiocruz, 1999.

ESPIGARES, J. L. N. **Análisis de la eficiencia en las organizaciones hospitalarias públicas**. Universidad de Granada, 1999.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. D.; CHAN, B. L. **Análise de dados**: modelagem multivariada para tomada de decisões. Elsevier, 2009.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. **The measurement of efficiency of production**. Springer Science & Business Media, 2013.

FERREIRA, C. M. C.; GOMES, A. P. **Introdução à análise envoltória de dados**: teoria, modelos e aplicações. UFV, 2009.

- FIANI, R. Teoria da regulação econômica: estado atual e perspectivas futuras. **Teoria Política e Instituições de Defesa da Concorrência**, 1998.
- FRIEDMAN, M. **Capitalismo e liberdade**. Editora Artenova, 1977.
- FONSECA, P. C.; FERREIRA, M. A. M. Investigação dos níveis de eficiência na utilização de recursos no setor de saúde: uma análise das microrregiões de Minas Gerais. **Saúde e Sociedade**, v. 18, n. 2, p. 199-213, 2009.
- GIAMBIAGI, F.; VILLELA, A. A.; CASTRO, L. B.; HERMANN, J. **Economia brasileira contemporânea**. Elsevier Brasil, ed. 2ª, 2011.
- GUIMARÃES, E. M. P.; ÉVORA, Y. D. M. Sistema de informação: instrumento para tomada de decisão no exercício da gerência. **Ciência da informação**, v. 33, n. 1, 2004.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. McGraw Hill Brasil, 2011.
- HAIR Jr., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**, 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- HAYEK, F. A. von. **The constitution of liberty**: The definitive edition. Routledge, 2013.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introdução à pesquisa operacional**. McGraw Hill Brasil, 2013.
- HOFMARCHER, M. M.; PATERSON, I.; RIEDEL, M. Measuring hospital efficiency in Austria: a DEA approach. **Health Care Management Science**, v. 5, n. 1, p. 7-14, 2002.
- HOLLINGSWORTH, B.; DAWSON, P. J.; MANIADAKIS, N. Efficiency measurement of health care: a review of non-parametric methods and applications. **Health care management science**, v. 2, n. 3, p. 161-172, 1999.
- IEZZONI, L. **Risk Adjustment for Measuring Health Care Outcomes**. Health Administration Press, Ann Arbor, MI, 1994.
- IUNES, R. F. **Demanda e demanda em saúde**. Economia da Saúde: conceito e contribuição para a gestão da saúde. Brasília. IPEA, p. 99-140, 1995.
- KIRZNER, I. M. **Competição e atividade empresarial**. Instituto Ludwig von Mises, 1986.
- KNIGHT, F. H. **Capitalistic production, time and the rate of return**. 1933.
- KOOPMANS, T. C. **Activity analysis of production and allocation**. New York: Wiley, 1951.
- KOOPMANS, T. C. **Allocation of resources and the price system**. 1957.
- KUMBHAKAR, S. C.; LOVELL, C. A. K. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge university press, 2003.
- KUMBHAKAR, S. C.; WANG, H.; HORNCastle, A. P. **A practitioner's guide to stochastic frontier analysis using Stata**. Cambridge University Press, 2015.
- LATTIN, J.; CARROLL, J. D.; GREEN, P. E. **Análise de dados multivariados**. São Paulo: Cengage Learning, v. 475, 2011.
- LIMA, N. T.; GERSCHMAN, S.; EDLER, F. C.; SUÁREZ, J. M. **Saúde e democracia: história e perspectivas do SUS**. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2005.
- LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e serviços de saúde**, v. 12, n. 4, p. 189-201, 2003.

- LOBATO, L. V. C.; GIOVANELLA, L. G. Sistemas de saúde: origens componentes e dinâmica. In: **Políticas e sistema de saúde no Brasil**. Fiocruz, 2012. p. 89-120.
- LUCAS, R. E. On the mechanics of economics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, n. 22, p. 3-42, 1988.
- MACHADO, C. V. O papel federal no sistema de saúde brasileiro. In FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **A saúde no Brasil em 2030 - prospecção estratégica do sistema de saúde brasileiro: organização e gestão do sistema de saúde**. Rio de Janeiro, v.13 2013.
- MACHADO, C. V.; LIMA, L. D.; BAPTISTA, T. W. F. Configuração Institucional e o Papel dos Gestores no Sistema Único de Saúde. In.: MATTA, G. C.; PONTES, A. Políticas de Saúde: organização e operacionalização do Sistema Único de Saúde. **Rio de Janeiro: Fiocruz**, 2007.
- MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MARIANO, E. B. Conceitos Básicos de Análise de Eficiência produtiva. **XIV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção**. Bauru, Anais, 2007.
- MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Revista brasileira de economia**, v. 57, n. 3, p. 515-534, 2003.
- MARINHO, A., MORENO, A. B., RIBEIRO, C. D. M., BARRETO, C. M. G., CAVALINI, L. T. **Os determinantes dos investimentos em capital fixo no sistema hospitalar brasileiro: um guia metodológico integrado com bases de dados e fontes de informações**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2003.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; GREEN, J. R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford university press, 1995.
- MC DONALD, J. Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. **European Journal of Operational Research**, v. 197, n. 2, p. 792-798, 2009.
- MEDEIROS, M. A trajetória do Welfare State no Brasil: papel redistributivo das políticas sociais dos anos 1930 aos anos 1990. **Repositório do Conhecimento do IPEA**. 2001.
- MELO JÚNIOR, L. C. M. A teoria dos sistemas sociais em Niklas Luhmann. **Sociedade e Estado**, v.18, n.3, 2013.
- MENGER, C. **Princípios de economia política**. Unión Editorial, 1983.
- MEZA, L. A.; NETO, L. B.; MELLO, J. C. C. B. S.; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. G. SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. **Simpósio de Pesquisa Operacional da Marinha**, v. 6, 2003.
- MILLER, S. J.; HICKSON, D. J.; WILSON, D. C. Decision-Making in Organizations. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. **Handbook of organization studies**. SAGE Publications, 1996.
- MINTZBERG, H. Strategy-making in three modes. **California management review**, v. 16, n. 2, p. 44-53, 1973.
- MISES, L. von. **Ação humana**. Instituto Ludwig von Mises, 2010.
- MOLINA, J. A. D.; FARÍAS, G. G.; QUIROGA, R. R. Skew-normality in stochastic frontier analysis. **Comunicaciones del Cimat**. 2003.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. **Introduction to linear regression analysis**. John Wiley & Sons, 2015.
- MOREIRA, D. A. **Medida da produtividade da empresa moderna**. São Paulo: Pioneira, 147p, 1991.

- MUKAKA, M. M. A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24, n. 3, p. 69-71, 2012.
- MYRDAL, G. **Economic theory and under-developed regions**. Methuen, 1957.
- NUNES, E. **Principais Sistemas de saúde no Mundo**. Escola de Governo. 2015. Disponível em: <http://www.escoladegoverno.org.br/attachments/3755_Sistemas%20de%20Sa%C3%BAde%20no%20Mundo%202.pdf>. Acesso em: 20/10/2017.
- OCKÉ-REIS, C. O. O Estado e os planos de saúde no Brasil. **Revista do Serviço Público**, v. 51, n. 1, p. 124, 2000.
- OCKÉ-REIS, C. O.; ANDREAZZI, M. F. S.; SILVEIRA, F. G. O mercado de planos de saúde no Brasil: uma criação do Estado? **Repositório do IPEA**. 2005.
- OLSON, M. **The logic of collective action**. Cambridge: Harvard University Press, 1965.
- PAIM, J. **O que é o SUS?** SciELO-Editora. FIOCRUZ, 2009.
- PAIM, J.; TRAVASSOS, C.; ALMEIDA, C.; BAHIA, L.; MACINKO, J. O sistema de saúde brasileiro: história, avanços e desafios. **The Lancet**, v. 14, 2013.
- PARSONS, L. J. Productivity versus relative efficiency in marketing: past and future?. In: **Research traditions in marketing**. Springer Netherlands, 1994. p. 169-200.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria: modelos e previsões**. McGraw-Hill Interamericana, 2001.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. 5ª edição. São Paulo, 2002.
- PROITE, A.; SOUZA, M. C. S. Eficiência técnica, economias de escala, estrutura da propriedade e tipo de gestão no sistema hospitalar brasileiro. **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CENTROS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**, v. 32, 2004.
- POUNDSTONE, W. **Priceless: The Hidden Psychology of Value**, London: Oneworld Publications, 2011
- ROBBINS, L. **The nature and significance of economic science**. Londres: MacMillan, 1984.
- ROTHBARD, M. N. **A grande depressão americana**. Instituto Ludwig von Mises, 2012.
- ROSKO, M. D. Cost efficiency of US hospitals: a stochastic frontier approach. **Health economics**, v. 10, n. 6, p. 539-551, 2001.
- ROSKO, M. D. Impact of internal and external environmental pressures on hospital inefficiency. **Health Care Management Science**, v. 2, n. 2, p. 63-74, 1999.
- ROSKO, M. D.; MUTTER, R. L. Stochastic frontier analysis of hospital inefficiency: a review of empirical issues and an assessment of robustness. **Medical Care Research and Review**, v. 65, n. 2, p. 131-166, 2008.
- RUFINO, G. P.; GURGEL, M. G.; PONTES, T. C.; FREIRE, E. Avaliação de fatores determinantes do tempo de internação em clínica médica. **Revista Brasileira Clínica Médica**, v. 10, n. 4, p. 291-297, 2012.
- SANTOS, L. A. C.; BARBOSA, I. C.; GOMES, M. L. Saúde no governo Vargas (1930-1945): dualidade institucional de um bem público. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, n. 9, p. 2086-2087, 2009.
- SANTOS, A. M. A.; JACINTO, P. A.; TEJADA, C. A. O. Causalidade entre renda e saúde: uma análise através da abordagem de dados em painel com os estados do Brasil. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 42, n. 2, p. 229-261, 2012.
- SANTOS, F. P.; MERHY, E. E. A regulação pública da saúde no Estado brasileiro: uma revisão. **Interface, Comunicação, Saúde, Educação**, v. 10, n. 19, p. 25-41, 2006.

- SARI, N. Efficiency outcomes of market concentration and managed care. **International Journal of Industrial Organization**, v. 21, n. 10, p. 1571-1589, 2003.
- SIMON, H. A. Theory of Games and Economic Behavior. John Von Neumann, Oskar Morgenstern. **American Journal of Sociology**, v. 50, n. 6, p. 558-560, 1945.
- SHARPE, N. R. **Estatística aplicada à administração, economia e negócios**. -Bookman, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. Atlas, 2009.
- SOUZA, I. V.; NISHIJIMA, M.; ROCHA, F. Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas. **Economia aplicada**, v. 14, n. 1, p. 51-66, 2010.
- STARFIELD, B. **Atenção primária: equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia**. Brasília: UNESCO / Ministério da Saúde, 2002.
- STIGLITZ, J. E.; ROSENGARD, J. K. **Economics of the Public Sector**. Fourth International Student Edition. WW Norton & Company, 2015.
- TAHA, H. A. **Pesquisa operacional**. Pearson Education, 2008.
- THANASSOULIS, E. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- TRAVASSOS, C.; NORONHA, J. C.; MARTINS, M. Mortalidade hospitalar como indicador de qualidade: uma revisão. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 4, p. 367-381, 1999.
- TRAVASSOS, G. F.; SOBREIRA, D. B.; GOMES, A. P.; CARNEIRO, A. V. Determinantes da eficiência técnica dos produtores de leite da mesorregião da Zona da Mata - MG. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 13, 2015.
- UDA, P. K.; FRANCO, A. C. L.; QUEEN, G.; BERNARDI, N. Análise de cluster da precipitação na bacia do Rio Iguaçu, Região Sul do Brasil. **XXI Simpósio de Recursos Hídricos**. 2015.
- UGÁ, M. A.; PIOLA, S. F.; PORTO, S. M.; VIANNA, S. M. Descentralização e alocação de recursos no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, 2003.
- VARIAN, H. R. **Microeconomia: princípios básicos**. Elsevier Brasil, 2006.
- WALDMAN, E. A. Vigilância Epidemiológica, Sanitária e em Saúde Pública: a discussão de novas propostas de reorganização das estruturas. **Saúde e Sociedade**, v. 4, n. 1-2, p. 133-136, 1995.
- WHEELER, J. R.; GRIST, E. P. M.; LEUNG, K. M. Y.; MORRITT, D.; CRANE, M. Species sensitivity distributions: data and model choice. **Marine Pollution Bulletin**, 45(1-12), 192-202, 2002.
- WHITE, H. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 817-838, 1980.
- WEBER, M. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Pioneira, 1983.
- WEBER, M. **The Theory of Social and Economic Organization**. Glencoe. The Free Press, 1957.
- ZHU, J.; COOK, W. D. **Modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis**. Springer Science & Business Media, 2007.

APÊNDICE A – VARIÁVEIS, SIGNIFICADOS E CLASSIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS.

Variável	Significado	Classificação
dmu	Microrregiões	Variável Qualitativa Nominal
Meso	Mesorregiões	Variável Qualitativa Nominal
Estado	Estado	Variável Qualitativa Nominal
C_Meso	Classificação das Mesorregiões nas quais estão inseridas as Microrregiões analisadas. Foram considerados para fins de classificação, as cidades polo de cada microrregião. 0 = Interior 1= Metropolitana	Variável Qualitativa Nominal
V09	Média de Permanência no Hospital em dias: Média de permanência das internações referentes às AIHs pagas, computadas como internações, no período.	Variável Quantitativa Contínua
V026	AIH por 1.000 habitantes	Variável Quantitativa Contínua
V032	Equipamentos Disponíveis Hospitais do SUS por 10.000 habitantes,	Variável Quantitativa Contínua
V034	Leitos em Hospitais do SUS por 1.000 habitantes	Variável Quantitativa Contínua

- Continua -

- Continuação -

V036	Médicos em Hospitais do SUS por 1.000 habitantes	Variável Quantitativa Contínua
V037	Profissionais em Gestão de Saúde por 1.000 habitantes	Variável Quantitativa Contínua
V038	Classificação Binária para a quantidade de médicos por 1.000 habitantes recomendada pelo Governo Federal (BRASIL, 2015). ($x_i \geq 2,7 \rightarrow$ satisfatório; $x_i < 2,7 \rightarrow$ não satisfatório).	Variável Qualitativa Ordinal
V041	Enfermeiros por 1.000 habitantes	Variável Quantitativa Contínua
E01	Esperança de vida ao nascer - Número médio de anos que as pessoas deverão viver a partir do nascimento, se permanecerem constantes ao longo da vida o nível e o padrão de mortalidade por idade prevaletentes no ano do Censo de 2010.	Variável Quantitativa Contínua
E02	Taxa de Fecundidade Total - Número médio de filhos que uma mulher deverá ter ao terminar o período reprodutivo (15 a 49 anos de idade).	Variável Quantitativa Contínua
E03	Mortalidade Infantil - Número de crianças que não deverão sobreviver ao primeiro ano de vida em cada 1000 crianças nascidas vivas.	Variável Quantitativa Contínua
E05	Razão de Dependência - Razão de dependência é medida pela razão entre o número de pessoas com 14 anos ou menos e de 65 anos ou mais de idade (população dependente) e o número de pessoas com idade de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa) multiplicado por 100.	Variável Quantitativa Contínua

- Continua -

- Continuação -

E07	<p>Expectativa de Anos de Estudo -</p> <p>Número médio de anos de estudo que uma geração de crianças que ingressa na escola deverá completar ao atingir 18 anos de idade, se os padrões atuais se mantiverem ao longo de sua vida escolar.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E08	<p>Taxa de Analfabetismo de pessoas com 18 anos ou mais -</p> <p>Razão entre a população de 18 anos ou mais de idade que não sabe ler nem escrever um bilhete simples e o total de pessoas nesta faixa etária multiplicado por 100.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E10	<p>Renda domiciliar per capita máxima do 1º quinto mais pobre -</p> <p>Valor do 1º quintil da distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, ou seja, valor máximo da renda domiciliar per capita dos indivíduos pertencentes ao quinto mais pobre dessa distribuição. Valores em reais de 01/agosto/2010.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E11	<p>Renda domiciliar per capita máxima do 2º quinto mais pobre -</p> <p>Valor do 2º quintil da distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, ou seja, valor máximo da renda domiciliar per capita dos indivíduos pertencentes ao 2º quinto mais pobre dessa distribuição. Valores em reais de 01/agosto/2010.</p>	Variável Quantitativa Contínua

- Continua -

- Continuação -

E12	<p>Renda domiciliar per capita máxima do 3º quinto mais pobre -</p> <p>Valor do 3º quintil da distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, ou seja, valor máximo da renda domiciliar per capita dos indivíduos pertencentes ao 3º quinto mais pobre dessa distribuição. Valores em reais de 01/agosto/2010.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E13	<p>Renda domiciliar per capita máxima do 4º quinto mais pobre</p> <p>Valor do 4º quintil da distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, ou seja, valor máximo da renda domiciliar per capita dos indivíduos pertencentes ao 4º quinto mais pobre dessa distribuição. Valores em reais de 01/agosto/2010.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E15	<p>Índice de Gini –</p> <p>Mede o grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Seu valor varia de 0, quando não há desigualdade (a renda domiciliar per capita de todos os indivíduos tem o mesmo valor), a 1, quando a desigualdade é máxima (apenas um indivíduo detém toda a renda). O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E17	<p>Porcentagem de Pobres -</p> <p>Proporção dos indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais, em reais de agosto de 2010. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.</p>	Variável Quantitativa Contínua

- Continua -

- Continuação -

E18	<p>Razão 10% mais ricos / 40% mais pobres –</p> <p>Medida do grau de desigualdade existente na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita. Compara a renda per capita média dos indivíduos pertencentes ao décimo mais rico dessa distribuição com a renda per capita média dos indivíduos pertencentes aos dois quintos mais pobres. O universo de indivíduos é limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E19	<p>Renda Per Capita -</p> <p>Razão entre o somatório da renda de todos os indivíduos residentes em domicílios particulares permanentes e o número total desses indivíduos. Valores em reais de 01/agosto de 2010.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E20	<p>Índice de Theil –</p> <p>Mede a desigualdade na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar per capita, excluídos aqueles com renda domiciliar per capita nula. É o logaritmo da razão entre as médias aritmética e geométrica da renda domiciliar per capita dos indivíduos, sendo nulo quando não existir desigualdade de renda entre eles e tendente ao infinito quando a desigualdade tender ao máximo.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E33	<p>Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade</p> <p>Percentual da população economicamente ativa (PEA) nessa faixa etária que estava desocupada, ou seja, que não estava ocupada na semana anterior à data do Censo mas havia procurado trabalho ao longo do mês anterior à data dessa pesquisa.</p>	Variável Quantitativa Contínua

- Continua –

- Continuação -

E36	<p>Percentual da população que vive em domicílios com densidade superior a 2 pessoas por dormitório</p> <p>Razão entre a população que vive em domicílios particulares permanentes com densidade superior a 2 e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. A densidade do domicílio é dada pela razão entre o total de moradores do domicílio e o número total de cômodos usados como dormitório.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E39	<p>Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados</p> <p>Razão entre as pessoas que vivem em domicílios cujo abastecimento de água não provem de rede geral e cujo esgotamento sanitário não é realizado por rede coletora de esgoto ou fossa séptica e a população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100. São considerados apenas os domicílios particulares permanentes.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E40	<p>Percentual de pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos</p> <p>Razão entre as pessoas que vivem em domicílios vulneráveis à pobreza (com renda per capita inferior a 1/2 salário mínimo de agosto de 2010) e nos quais a principal fonte de renda provém de moradores com 65 anos ou mais de idade e população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100.</p>	Variável Quantitativa Contínua

- Continua -

- Continuação -

E41	<p>Percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica</p> <p>Razão entre as pessoas que vivem em domicílios sem energia elétrica e população total residente em domicílios particulares permanentes multiplicado por 100.</p>	Variável Quantitativa Contínua
E45	<p>População economicamente ativa de 18 anos ou mais de idade</p> <p>População economicamente ativa. Corresponde ao número de pessoas nessa faixa etária que, na semana de referência do Censo, encontravam-se ocupadas no mercado de trabalho ou que, encontrando-se desocupadas, tinham procurado trabalho no mês anterior à data da pesquisa.</p>	Variável Quantitativa Discreta
E48	Razão População Rural / População Urbana	Variável Quantitativa Contínua
E49	Índice de Desenvolvimento Humano	Variável Quantitativa Contínua
E50	Índice de Desenvolvimento Humano da Educação	Variável Quantitativa Contínua
E51	Índice de Desenvolvimento Humano da Longevidade	Variável Quantitativa Contínua
E52	Índice de Desenvolvimento Humano da Renda	Variável Quantitativa Contínua
E53	<p>Categoria do Índice de Gini segundo a ONU:</p> <p>1 = Desigualdade nula a fraca (0,101 a 0,25);</p> <p>2 = Desigualdade fraca a média (0,251 a 0,50);</p> <p>3 = Desigualdade média (0,501 a 0,70);</p> <p>4 = Desigualdade forte a muito forte (0,701 a 0,90);</p> <p>5 = Desigualdade muito forte a absoluta (0,901 a 1,00).</p> <p>Obs: Só houve 1 = nula a fraca e 2 = média</p>	Variável Qualitativa Ordinal

- Continua -

- Continuação -

E54	Categoria do Índice de Theil, segundo a ONU: 1 = Desigualdade baixa (0,00 a 0,30) 2 = Desigualdade Média-Baixa (0,301 – 0,45) 3 = Desigualdade Média (0,451 – 0,60) 4 = Desigualdade Média-Alta (0,601 – 0,75) 5 = Desigualdade Alta (0,751 a 1,00)	Variável Qualitativa Ordinal
E55	PIB Per Capita (2013)	Variável Quantitativa Contínua
E56	População da Microrregião (2015)	Variável Quantitativa Discreta

Fonte: elaboração própria.