

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Roseani Pereira Parente

Avaliação da atenção primária à saúde no estado do Amazonas no período de 2010 a 2014: uma abordagem de múltiplos estágios

**São Paulo
2021**

Prof. Dr. Vahan Agopyan
Reitor da Universidade de São Paulo

Prof. Titular Fabio Frezatti
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Prof. Dr. João Maurício Gama Boaventura
Chefe do Departamento de Administração

Prof. Dr. Eduardo Kazuo Kayo
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Administração

ROSEANI PEREIRA PARENTE

Avaliação da atenção primária no estado do Amazonas no período de 2010 a 2014: uma abordagem de múltiplos estágios

Versão original

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Salles Camargo Júnior

São Paulo
2021

Catálogo na Publicação (CIP)
Ficha Catalográfica com dados inseridos pelo autor

Parente, Roseani Pereira.

Avaliação da atenção primária à saúde no estado do Amazonas no período de 2010 a 2014: uma abordagem de múltiplos estágios / Roseani Pereira Parente. - São Paulo, 2021.

151 p.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Salles Camargo Júnior.

1. Desempenho. . 2. Eficiência.. 3. Análise Envoltória de Dados. . 4. Índice de Malmquist.. I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. II. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: Roseani Pereira Parente

Título: Avaliação da atenção primária no estado do Amazonas no período de 2010 a 2014: uma abordagem de múltiplos estágios

Tese apresentada ao Departamento de Contabilidade e Atuária, da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título Doutor em Ciências.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

Prof. Dr.

Instituição:

Julgamento:

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente e principalmente a Deus por ter me permitido participar deste processo e chegar até esse momento de conclusão em meio a um período muito difícil para todo o planeta, mas especialmente doloroso para a população do estado do Amazonas.

Agradeço aos meus pais José Maria Parente e Iolanda Pereira Parente e à minha querida tia Thereza Pereira Freitas (*in memoriam*) pelos ensinamentos que me proporcionaram as bases para um caminhar acreditando na dedicação e seriedade necessárias para a vida e em valores como o amor e a união da família.

Agradeço aos meus irmãos Ricardo Pereira Parente (*in memoriam*), pelo exemplo profissional de dedicação ao ensino, ao Ronan Pereira Parente e ao Raniere Pereira que me apoiaram durante o percurso para o desenvolvimento deste trabalho e em especial à minha irmã Rosana Cristina Pereira Parente pelo incessante incentivo e apoio não somente para esse momento, mas para que eu tivesse a coragem de acreditar que poderia trilhar o caminho na docência.

Agradeço a todos da família Parente pelo apoio e pelo amor que, mesmo nos momentos tensos, prevalece nos mantendo unidos.

Agradeço à professora Dra. Márcia Ribeiro Maduro, que na primeira reunião em que participei do curso de Administração logo que entrei na UEA, em que foi tratado o assunto do DINTER UEA/USP, me incentivou de forma incisiva a participar.

Agradeço com especial carinho à professora Dra. Maryângela Aguiar Bittencourt pelas orientações e incentivos para o desenvolvimento da tese.

Agradeço aos professores Fabian Cardoso Litaiff, Felicien Gonçalves Vasquez, Andréa Freitas Fragata e a todos os professores do Ciclo Básico da Escola Superior de Tecnologia da UEA pelo apoio que proporcionaram para a minha participação no DINTER.

Agradeço com especial carinho ao professor Dr. Alceu Salles Camargo Júnior pela amizade e pela orientação extremamente cuidadosa e respeitosa para a realização desse trabalho.

Agradeço à Universidade do Estado do Amazonas (UEA), em nome do magnífico Reitor Cleinaldo de Almeida Costa, e ao coordenador local professor Dr. Paulo Cesar Diniz, que acreditaram e apoiaram a realização do DINTER UEA/USP.

Agradeço a todos os professores do DINTER pelos ensinamentos, não somente os específicos de cada uma das disciplinas, mas também pelo exemplo de profissionais dedicados e competentes.

Agradeço a todos os vinte e dois amigos conquistados no DINTER pelo companheirismo e amizade.

Em especial agradeço ao Almir Kimura Júnior pela grande amizade que se fortaleceu durante minha estada em São Paulo e as irmãs de coração Elaine Yashara Jinkings, Maria Emília Melo da Costa e Neuzaí Marreiros Barbosa, que tive o privilégio e a felicidade de ganhar nesse processo.

Também não posso deixar de agradecer ao apoio constante dos amigos André Ricardo Reis Costa e Alessandro de Souza Bezerra.

Um agradecimento muito especial ao amigo do DINTER Manoel Rodrigues Terceiro Neto (*in memoriam*) pelas conversas sempre bem-humoradas.

Há, porém, uma esperança. Jesus disse:
“Tenham ânimo! Eu venci o mundo” (João 16:33)

“Porque Deus tanto amou o mundo que deu o seu Filho Unigênito para que todo o que nele crer não pereça, mas tenha a vida eterna” (João 3:16)

RESUMO

Parente, R. P. (2021). *Avaliação da atenção primária à saúde no estado do Amazonas no período de 2010 a 2014: uma abordagem de múltiplos estágios*. (Tese de Doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Foi a partir do movimento chamado de Nova Gestão Pública que a avaliação de desempenho surgiu como importante ferramenta para descrever a melhoria das organizações públicas, posto que por meio de seus resultados é possível promover mudanças eficazes para o atingimento de metas previamente definidas. No Brasil, a partir de 1994, o governo central iniciou a adoção de um novo modelo gerencial com base nesse movimento. Face às características do sistema de saúde brasileiro, o planejamento organizacional, incluindo nele a avaliação do desempenho, mostrou-se de fundamental importância para verificar o cumprimento de sua missão de ampliar o acesso ao sistema oferecendo serviços que resultem na melhoria da qualidade de vida da população. Assim, o objetivo foi avaliar o desempenho da gestão municipal na atenção básica em saúde e os fatores associados em municípios amazonenses no período de 2010 a 2014. Foram analisados três modelos empíricos num processo de múltiplas fases usando a Análise Envoltória de Dados como técnica principal. Ela, dentre outros aspectos, possibilita o estabelecimento de referências (*benchmarks*) que podem contribuir para a melhoria da produtividade. Foram coletados dados secundários no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Fundo Nacional de Saúde (FNS). Os resultados do primeiro estágio da DEA permitiram identificar que no Modelo 1 a eficiência média foi de 80,2%; no Modelo 2 o valor médio de eficiência foi de 78,7% e, finalmente, no Modelo 3 o valor médio de eficiência foi de 97,3%. No segundo estágio da DEA, como resultado de um painel de dados de cinco anos, para o Modelo 1 foi verificado que o PIB *per capita*, o IDHM educação e a taxa de urbanização do município foram características significativas e com efeito positivo sobre os escores de eficiência. Também foram significativas, mas com efeito negativo, o IDHM renda, o percentual de pessoas com 65 anos ou mais de idade e a distância aérea (em km) até Manaus. No Modelo 2 a densidade populacional apresentou significância com efeito positivo e o percentual da população residente com até dezenove anos de idade com efeito negativo. E, por fim, no Modelo 3 também a densidade populacional e o IDHM educação com efeito positivo e o IDHM longevidade com efeito negativo foram significativas. Para avaliação do desempenho ao longo do tempo foi utilizado o Índice de Malmquist para quatro biênios. Os resultados indicaram que, em média, a maior involução na produtividade (14,1%) ocorreu no biênio 2010-2011 para o modelo 1 com o menor número (4) de municípios apresentando melhoria na produtividade. De modo geral, os resultados deste trabalho sugeriram que o baixo desempenho pode ser função do planejamento e da gestão das prioridades estabelecidas para o alcance dos objetivos e o cumprimento das metas anuais dos municípios. Este trabalho por meio das análises dos modelos empíricos construídos permitiu identificar quais recursos os gestores municipais poderiam otimizar para melhorar a oferta de serviços de saúde.

Palavras-chave: Desempenho. Eficiência. Análise Envoltória de Dados. Índice de Malmquist.

ABSTRACT

Parente, R. P. (2021). *Assessment of health primary care in the state of Amazonas from 2010 to 2014: a multi-stage approach*. (Doctoral Dissertation). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Performance evaluation arose as an important technique to describe the improvement of public organizations as a result of the "New Public Management" movement, because its results can stimulate successful changes to meet previously established goals. Since 1994, Brazil's central government has been implementing a new management paradigm based on this trend. Given the features of the Brazilian health system, organizational planning, including performance evaluation, has proven to be critical in ensuring the system's purpose of extending access to services that improve the population's quality of life is met. Thus, the goal was to assess municipal management's effectiveness in primary health care and related characteristics in Amazonian municipalities from 2010 to 2014. Three empirical models were investigated using Data Envelopment Analysis as the principal technique in a multi-phase process. It allows for the creation of benchmarks that can help improve productivity, among other things. The Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS), the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and the National Health Fund (FNS) gathered secondary data. The results of the first stage of the DEA allowed us to identify that in Model 1 the average efficiency was 80.2%; in Model 2 the average value of efficiency was 78.7% and, finally, in Model 3 the average value of efficiency was 97.3%. In the second stage of the DEA, as a result of a five-year data panel, for Model 1 it was verified that the GDP per capita, the IDHM education and the urbanization rate of the municipality were significant characteristics and had a positive effect on the scores of efficiency. The IDHM income, the percentage of individuals aged 65 and up, and the distance to Manaus (in kilometers) were all important, but in a negative way. Model 2 indicated a positive influence of population density and a negative effect of the percentage of the resident population aged up to nineteen years. Finally, in Model 3, population density had a positive effect, while IDHM education had a negative effect, and IDHM longevity had a negative effect. The Malmquist Index was used to evaluate performance over time over four biennia. According to the findings, the most significant decrease in productivity (14.1%) happened in the 2010-2011 biennium for model 1, with the least number of municipalities (four) demonstrating an increase in productivity. The findings of this study imply that poor performance may be a result of poor planning and administration of priorities set for accomplishing objectives and reaching the municipalities' annual goals. Through the analysis of the constructed empirical models, this work allowed to identify which resources municipal managers could optimize to improve the delivery of health services.

Keywords: Performance. Efficiency. Data Envelopment Analysis. Malmquist Index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Interligação entre os instrumentos de gestão para o planejamento e orçamento de governo com os do SUS.....	28
Figura 3.1 - Dinâmica dos sistemas de saúde.....	39
Figura 4.1 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 1 e suas referências.	63
Figura 4.2 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 2 e suas referências.	64
Figura 4.3 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 3 e suas referências.	65
Figura 4.4 - Representação gráfica das fronteiras CRS e VRS.....	69
Figura 4.5 - Fronteira DEA-BCC clássica e fronteira invertida.....	72
Figura 5.1 - Variáveis usadas como insumos para o período de 2010 a 2014.....	83
Figura 5.2 - Variáveis usadas como produto nos modelos 1 e 2 para o período de 2010 a 2014.....	85
Figura 5.3 - Variáveis usadas como produto no modelo 3 para o período de 2010 a 2014.....	86
Figura 5.4 - Municípios benchmarks no Modelo 1 no período de 2010 a 2014.....	90
Figura 5.5 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao número de domicílios com serviços de coleta de lixo, de energia elétrica, de esgoto/fossa e de abastecimento de água para o Modelo 1 no período de 2010 a 2014.....	98
Figura 5.6 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao Produto Interno Bruto <i>per capita</i> e a Taxa de Urbanização para o Modelo 1.....	99
Figura 5.7 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2010-2011...	102
Figura 5.8 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2011-2012...	103
Figura 5.9 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2012-2013...	104
Figura 5.10 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2013-2014.	104
Figura 5.11 - Municípios benchmarks no Modelo 2 para o período de 2010 a 2014.....	109
Figura 5.12 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao número de domicílios com serviços de coleta de lixo, de energia elétrica e de esgoto/fossa para o Modelo 2 no período de 2010 a 2014.....	111
Figura 5.13 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao Produto Interno Bruto e a taxa de urbanização para o Modelo 2.....	113

Figura 5.14 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2010-2011.	115
Figura 5.15 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2011-2012.	115
Figura 5.16 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2012-2013.	116
Figura 5.17 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2013-2014.	117
Figura 5.18 - Municípios benchmarks no Modelo 3 para o período de 2010 a 2014.....	121
Figura 5.19 - Box plot dos resultados das comparações entre os agrupamentos com relação a distância aérea (em km) até Manaus para o Modelo 3 no período de 2010 a 2014	124
Figura 5.20 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2010-2011.	125
Figura 5.21 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2011-2012.	126
Figura 5.22 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2012-2013.	127
Figura 5.23 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2013-2014.	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Resumo dos estudos de avaliação de desempenho com aplicação da DEA em um estágio.....	52
Quadro 3.2 - Resumo dos estudos de avaliação de desempenho com aplicação da DEA em dois estágios.	55
Quadro 4.1 - Variáveis ambientais selecionadas para o ajuste de regressão com suas expectativas teóricas e referências.	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano.....	87
Tabela 5.2 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014	88
Tabela 5.3 - Medidas descritivas das variáveis estáveis ao longo do tempo.....	92
Tabela 5.4 - Medidas descritivas das variáveis não estáveis ao longo do tempo analisado	93
Tabela 5.5 - Matriz de correlações.	95
Tabela 5.6 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no Modelo 1	96
Tabela 5.7 - Estatísticas descritivas do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 1 nos quatro biênios.....	101
Tabela 5.8 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano.....	106
Tabela 5.9 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014	106
Tabela 5.10 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no Modelo 2... ..	110
Tabela 5.11 - Estatísticas resumo do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 2 nos quatro biênios.....	113
Tabela 5.12 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano.....	118
Tabela 5.13 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014	118
Tabela 5.14 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no modelo 3	122
Tabela 5.15 - Estatísticas resumo do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 3 nos quatro biênios.....	124
Tabela 5.16 - Valores mínimos, médios, número de municípios totalmente eficientes, principais resultados da análise de regressão e da análise de clusters pós 1ª etapa da DEA para os três modelos de análise.	132
Tabela 5.17 - Valores médios do Índice de Malmquist e seus componentes para os três modelos de análise e quatro biênios analisados.....	134

LISTA DE SIGLAS

AB	Atenção Básica
ABS	Atenção Básica à Saúde
ACES	<i>Health Care Centers</i>
ACS	Agentes Comunitários de Saúde
ADCT	Ato das Disposições Constitucionais Transitórias
APS	Atenção Primária à Saúde
ASPS	Ações e Serviços Públicos de Saúde
BIRD	Banco Mundial
CF88	Constituição Federal de 1988
CNM	Confederação Nacional de Municípios
CNS	Conferência Nacional de Saúde
COAP	Contrato Organizativo da Ação Pública de Saúde
COFINS	Financiamento da Seguridade Social
CRS	<i>Constant Returns to Scale</i>
CS	Centros de Saúde
CSLL	Contribuição sobre o Lucro Líquido
CSP	Centros de Saúde Primários
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema único de Saúde
DEA	Análise Envoltória de Dados (<i>Data Envelopment Analysis</i>)
DHAS	<i>District Health Authorities</i>
DMU	<i>Decision Making Units</i>
EHR	<i>Electronic Health Records</i>
ESF	Estratégia de Saúde da Família
FNS	Fundo Nacional de Saúde
GLS	Generalized Least Squares
GPAB	Gestão Plena da Atenção Básica
HAC	Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDHM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IM	Índice de Malmquist
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
LSDV	<i>Least Squares Dummy Variable</i>
MARE	Ministério da Administração e Reforma do Estado
MQG	Mínimos Quadrados Generalizados
MQO	Mínimos Quadrados Ordinários
MS	Ministério da Saúde
NHS	Sistema Nacional de Saúde Espanhol (Spanish National Health System)
NOB	Norma Operacional Básica
NPM	Nova Gestão Pública (<i>New Public Management</i>)
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>

OMS	Organização Mundial de Saúde
PAB	Piso Assistencial Básico
PAS	Programações Anuais de Saúde
PIB	Produto interno bruto per capita
PMAQ-AB	Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica
PMS	Plano Municipal de Saúde
PNAB	Política Nacional da Atenção Básica
PNAD	Pesquisa Nacional por Amstras de Domicílios
PNDS	Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA	Plano Plurianual
PPI	Programação Pactuada e Integrada
PROESF	Projeto de Expansão e Consolidação do Saúde da Família
PS	Plano de Saúde
PSF	Programa Saúde da Família
RAG	Relatório Anual de Gestão
RCL	Receita Corrente Líquida
RHS	<i>Rural Health Services</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TCG	Termo de Compromisso de Gestão
TIC	Tecnologias da Informação e da Comunicação
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USFS	Unidades de Saúde da Família
VIF	Fatores de Inflação de Variância (<i>Variance Inflation Factor</i>)
VRS	<i>Variable Returns to Scale</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	20
1.2 OBJETIVOS	21
1.2.1 Objetivo geral	21
1.2.2 Objetivos específicos.....	21
1.3 MÉTODO DA PESQUISA	21
1.4 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	22
1.5 PRINCIPAIS RESULTADOS	23
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
2 O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS).....	24
2.1 A MUNICIPALIZAÇÃO DO SUS.....	25
2.2 OS INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO DO SUS	27
2.3 O FINANCIAMENTO DO SUS	29
2.4 O SUS E A ESTRATÉGIA BRASILEIRA PARA A ATENÇÃO BÁSICA À SAÚDE.....	31
3 REFERENCIAL TEÓRICO	35
3.1 A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NOS SERVIÇOS PÚBLICOS	35
3.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NOS SERVIÇOS DE SAÚDE	36
3.3 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NA ATENÇÃO BÁSICA À SAÚDE.....	41
3.3.1 <i>Avaliação de desempenho da atenção básica no Brasil</i>	47
3.4 SÍNTESE DA LITERATURA REVISADA	50
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	60
4.1 QUESTÃO DE PESQUISA, NATUREZA E MÉTODO DE PESQUISA	60
4.2 UNIVERSO DA PESQUISA	61
4.3 MODELOS DE ANÁLISE, SELEÇÃO DE VARIÁVEIS, FONTES E COLETA DE DADOS.....	61
4.3.1 <i>Seleção das variáveis para a DEA</i>	62
4.3.2 <i>Seleção das variáveis para a regressão</i>	66
4.4 MODELAGEM DEA - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	67
4.4.1 <i>Procedimento para discriminação entre DMUs eficientes</i>	71
4.4.2 <i>Índice de Malmquist</i>	73
4.4.3 <i>Análise de Agrupamento (Cluster Analysis)</i>	75
4.5 MODELAGEM DE REGRESSÃO EM PAINEL - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	76
4.5.2 <i>Testes de diagnóstico</i>	80
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	82

5.1 DADOS FALTANTES, DISCREPANTES E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	82
5.2 RESULTADOS PARA O MODELO 1	86
5.2.1 Primeiro estágio da DEA	87
5.2.4 Segundo estágio da DEA	91
5.2.5 Índice de Malmquist	100
5.3 RESULTADOS PARA O MODELO 2	105
5.3.1 Primeiro estágio da DEA	105
5.3.2 Segundo estágio da DEA	109
5.3.3 Índice de Malmquist	113
5.4 RESULTADOS PARA O MODELO 3	117
5.4.1 Primeiro estágio da DEA	117
5.4.2 Segundo estágio da DEA	121
5.4.3 Índice de Malmquist	124
5.5 SÍNTESE DOS RESULTADOS DAS ANÁLISES.....	128
6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
APÊNDICES	149

1 INTRODUÇÃO

A Nova Gestão Pública (*New Public Management* – NPM) é um movimento que começou no início dos anos 1980 no Reino Unido e nos Estados Unidos da América. Seu objetivo maior era a adaptação e transferência dos conhecimentos gerenciais desenvolvidos no setor privado para a administração pública. O propósito seria o de fazê-la funcionar com uma estrutura mais gerencial, com foco na prestação dos serviços públicos de maneira eficiente, eficaz e incorporando a prática da mensuração de desempenho.

O movimento foi inspirado nas perspectivas da teoria da escolha pública, na teoria da administração pública, na teoria gerencial, na teoria do agente principal e da economia de custos de transação (Gruening, 2001).

No Brasil, esse movimento ganhou força no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1994 – 2002) com a implantação do modelo gerencial, denominação dada pelo então ministro da Administração e Reforma do Estado Luiz Carlos Bresser-Pereira.

Para a avaliação de desempenho dos serviços de saúde, há a necessidade de se levar em consideração as suas características específicas e como os seus diferentes subsistemas se relacionam. Para a Organização Mundial de Saúde (OMS), os sistemas de saúde consistem em todas “as organizações, agentes e ações cuja intenção principal seja promover, restaurar ou manter a saúde das pessoas e das populações” (WHO, 2000).

A Atenção Primária à Saúde (APS) passou a ser considerada um dos principais pilares para a organização de qualquer sistema de saúde a partir da Conferência de Alma-Ata realizada no Cazaquistão no ano de 1978.

A APS é vista como fundamental na organização dos sistemas de saúde de diversos países, sendo compreendida como modelo assistencial para racionalização e organização dos recursos básicos e especializados, com objetivos de manter e promover a saúde da população servindo como coordenadora e ordenadora para a porta de entrada dos usuários aos serviços de saúde (Andrade, Barreto, & Bezerra, 2006).

Os impactos desse modelo puderam ser evidenciados por meio da melhoria nos indicadores de saúde em países como Inglaterra e Canadá, com maior eficiência no fluxo dos usuários dentro do sistema, maior efetividade no tratamento das doenças crônicas, maior eficiência no cuidado, ampliação das práticas preventivas, maior satisfação dos usuários e na diminuição das iniquidades sociais no acesso aos serviços de saúde (OPAS, 2011; Starfield, 2002).

No Brasil, o governo oficializou a expressão “Atenção Básica à Saúde” (ABS) em lugar de APS. Essa decisão se deu em contraste à tendência internacional para se contrapor aos países e organismos internacionais que caracterizam a APS como um conjunto de ações de baixa complexidade voltada às populações de baixa renda com o propósito de minimizar as exclusões sociais e econômicas (Mello, Fontanella, & Demarzo, 2009; Oliveira & Pereira, 2013).

A 8ª Conferência Nacional de Saúde (CNS), ocorrida no ano de 1986 em Brasília, com o tema “Saúde, direito de todos, dever do Estado”, foi o marco decisivo no processo de transformação da saúde pública no Brasil. Nessa Conferência foi aprovado o conceito de saúde como um direito do cidadão e foram delineados os fundamentos do Sistema Único de Saúde (SUS), com base no desenvolvimento de diversas estratégias para permitir a coordenação, a integração e a transferência de recursos entre as instituições de saúde federais, estaduais e municipais (Paim, Travassos, Almeida, Bahia, & Macinko, 2011).

As propostas aprovadas na 8ª CNS foram, em grande parte, incorporadas pela Constituição Federal de 1988. A Constituição tornou a saúde um direito de todos e um dever do Estado. Para conferir efeitos concretos ao dispositivo constitucional, o governo federal criou por meio da Lei Orgânica da Saúde (Lei nº 8.080 de 1990) o SUS, cuja implementação teve início no mesmo ano.

A descentralização, uma das diretrizes da organização do SUS estabelecida pela CF88 no seu art. 198, buscou adequar o sistema à diversidade econômica, social e sanitária existente entre as regiões do Brasil colocando os estados e municípios como partícipes da gestão (Paim, 2018).

A partir da década de 1990, o país passou a adotar uma política nacional de Atenção Básica por meio do Programa Saúde da Família (PSF). Esse Programa, em seus primórdios, teve o propósito de estender a cobertura assistencial em áreas de maior risco social.

Somente no ano de 1999, o Ministério da Saúde (MS) passou a considerá-lo como uma estratégia estruturante dos sistemas municipais, passando a ser denominado de Estratégia de Saúde da Família (ESF). Sua característica inovadora é priorizar a reorganização de unidades básicas de saúde de modo a se concentrar nas famílias e comunidades, integrando a assistência médica com a promoção de saúde e com as ações preventivas (Escorel, Giovanella, Mendonça, & Senna, 2007; Paim et al., 2011).

O Pacto pela Saúde, consolidado em 2006 por meio da Portaria/GM nº 399 de 22 de fevereiro, veio para consolidar a estratégia de regionalização do SUS com o propósito de “alcançar maior eficiência, efetividade e qualidade na resposta às necessidades da população”

(MS, 2006). Uma de suas dimensões é o Pacto de Gestão do SUS que estabelece as diretrizes para a gestão do sistema definindo de forma clara as responsabilidades de cada ente federado.

O estado do Amazonas aderiu ao Pacto pela Saúde somente em abril de 2010. A adesão se deu com baixo percentual de inclusão dos seus municípios (< 50%). Para fins comparativos, até setembro do mesmo ano, os estados do Ceará, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio Grande do Norte já contavam com adesão total dos seus municípios (Lima, Queiroz, Machado, & Viana, 2012; Garnelo, Sousa, & Silva, 2017).

A Política Nacional da Atenção Básica (PNAB), a partir da Portaria nº 2.488 de 21 de outubro de 2011, passou a definir a ESF como estratégia prioritária para expandir e consolidar a ABS. Tal decisão impôs ao governo brasileiro a necessidade de oferecer um maior acesso e uma melhor qualidade na prestação dos serviços de saúde.

Com a aprovação da Emenda Constitucional nº 95 de 2016, ficou estabelecido que o governo federal aplicaria em Ações e Serviços Públicos de Saúde (ASPS), a partir de 2017, o orçamento disponibilizado para 2016 corrigido pela inflação.

Para a saúde foi determinado um valor de 15% da Receita Corrente Líquida de 2017 como um “pisoteto”, de modo que a partir de 2018 esse valor ficará congelado por vinte anos, podendo apenas ser corrigido pela inflação do ano anterior. No caso de estados o valor anual aplicado ASPS deverá ser de 12%, no mínimo, e para os municípios de 15% da arrecadação tributária.

Com base nos dados do último Censo realizado pelo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população projetada para o Brasil para o ano de 2020 é de cerca de 206 milhões de habitantes (Camarano, 2014). A autora também analisou a relação entre o aumento dos gastos com saúde e o envelhecimento populacional e concluiu que há uma relação positiva entre as duas características.

O cenário é de demanda crescente por assistência médica com redução dos orçamentos para a saúde. Face a esse cenário, a avaliação de desempenho em termos de análise da eficiência pode exercer um papel relevante na capacitação de formuladores de políticas de saúde e de gestores para buscar a melhoria dos processos e, conseqüentemente, dos resultados da atenção básica.

Em trabalho de revisão, Pelone et al. (2015) destacaram a predominância da Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) como técnica para análise da eficiência na atenção à saúde. Para os autores, a análise da eficiência e o *benchmarking* podem desempenhar um papel importante na habilitação dos gestores para melhorar os processos e os resultados da atenção primária à saúde.

Com esses aspectos em vista, a proposta deste estudo se alinha a necessidade de avaliar o desempenho da atenção básica, considerando o seu papel fundamental na sustentabilidade econômica dos sistemas de saúde.

1.1 Definição do problema

A despeito de todos os municípios brasileiros fazerem parte do mesmo ambiente institucional e estarem submetidos à mesma legislação, aos mesmos controles e obrigações constitucionais, eles apresentam comportamentos distintos em relação à eficiência e à qualidade dos serviços prestados na atenção básica. Ou seja, não basta somente aplicar os recursos em ações e serviços públicos. É preciso que isso seja realizado com eficiência, de modo a proporcionar maiores níveis de bem-estar social.

Sendo assim, a incorporação das práticas de avaliação de programas e serviços, em especial, a avaliação da eficiência é fundamental para otimizar os recursos públicos e reduzir as desigualdades em busca da melhoria nas condições de saúde da população (Vidal, Gusmão-Filho, & Samico, 2010).

Nas práticas de avaliação com foco na eficiência, alguns questionamentos podem ser levantados, tais como: é possível produzir mais serviços com os mesmos recursos ou produzir a mesma quantidade de serviços com menos recursos? (Contandriopoulos, Champagne, & Pineault, 1997).

Na saúde, a eficiência pode ser pensada como a relação entre o custo e o impacto dos serviços sobre a saúde da população, mantendo um determinado nível de qualidade (Viacava, Ugá, Porto, Laguardia, & Moreira, 2012). Entretanto, não necessariamente, o alcance da eficiência pelo ente governamental provocará mudanças nas condições de saúde e bem-estar da população (Aristigueta, Cooksy, & Nelson, 2001).

Considerando que a saúde é uma das funções de governo que mais demandam recursos, o binômio demanda por serviços de saúde de qualidade versus recursos limitados tem se constituído um desafio para a gestão eficiente do gasto em saúde nos municípios, sobretudo em tempos de crise e ajustamento fiscal. A tese a ser avaliada é a de que o desempenho na prestação de serviços de atenção básica à saúde dos municípios amazonenses é afetado pela forma como a gestão pública estabelece as prioridades para a prestação desses serviços.

Desse modo, pretende-se por meio dessa pesquisa responder a seguinte pergunta: **como a avaliação de desempenho da gestão municipal de saúde pode contribuir para a melhoria da oferta de serviços da atenção básica no estado do Amazonas?**

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o desempenho da gestão municipal na atenção básica em saúde e os fatores associados em municípios amazonenses no período de 2010 a 2014.

1.2.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos:

- Conhecer os municípios com melhores desempenhos da gestão em saúde a partir da aplicação desta avaliação;
- Identificar e verificar o efeito de fatores associados aos melhores desempenhos da gestão em saúde;
- Comparar a produtividade dos municípios ao longo do período estudado.

1.3 Método da pesquisa

Com o objetivo de responder à pergunta de pesquisa, o trabalho procede à metodologia DEA para o mapeamento das eficiências técnicas dos municípios amazonenses para o período de 2010 a 2014. Para isto, o trabalho desenvolveu três modelos empíricos para análise da eficiência técnica dos municípios na prestação dos serviços de atenção básica à saúde sob aspectos de alocação de recursos financeiros, humanos e de estrutura física.

O trabalho utiliza dados secundários de bases de dados públicas como do Departamento de Informática do Sistema único de Saúde (DATASUS), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Fundo Nacional de Saúde (FNS).

Posteriormente, usando variáveis ambientais, geográficas, populacionais, econômicas e sociais e de condições de vidas nos âmbitos municipais, o trabalho procede, no segundo estágio de análise, a regressões em painel bem como uma análise de clusters para compreender associações entre tais variáveis e os escores de eficiência dos municípios obtidos com a modelagem DEA.

1.4 Justificativa do trabalho

No Brasil, a discussão sobre a eficiência começou a partir dos anos 1980 e mais fortemente após a implantação do SUS, pela necessidade de maior eficiência na gestão para atendimento aos seus princípios e diretrizes, uma vez que nem sempre os recursos destinados para a saúde são suficientes para atender a demanda (Vidal et al., 2010).

Ainda atualmente, se observa grande dificuldade em reorganizar a prática assistencial em superação ao modelo tradicional de saúde. Mesmo com os avanços do SUS e a formulação dos princípios e diretrizes da Atenção Básica, a rede de atenção à saúde ainda é constituída por serviços de atenção básica centrados no modelo médico-hegemônico centralizado na clínica e no indivíduo.

O campo da avaliação em saúde é uma área do conhecimento considerada emergente e jovem. Ela apresenta consensos e dissensos nas suas definições, referenciais teóricos e modelos, incluindo-se aqui a visão dos autores e suas concepções.

A realização de avaliações periódicas do desempenho do sistema de saúde focalizará quais as alternativas para a melhoria da gestão pois proporcionará apoio para o planejamento e para a tomada de decisões suportada por dados.

Sua institucionalização poderá contribuir para que os gestores reflitam sobre quais políticas podem ter seu desempenho melhorado.

O estado do Amazonas, maior estado do Brasil em extensão territorial, é formado por 62 municípios e possui características geográficas e territoriais singulares, com grandes espaços rurais com baixa densidade geográfica (2,23 hab/km²), segundo dados do último censo. A população estimada pelo IBGE para 2019 foi de mais 4 milhões de pessoas sendo que mais de 2 milhões estavam concentradas na cidade de Manaus sua capital. O rendimento nominal mensal domiciliar *per capita* no estado em 2019 foi de R\$ 842,00 que é menor que os dos estados do Pará, Maranhão, Piauí e Alagoas.

O estudo de Andrett, Lunkes, Rosa e Brizolla (2018) analisou os gastos públicos estaduais com saúde no Brasil no período de 2005 a 2014 por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA). O estudo verificou que o Amazonas, apesar de ter aumentado seus resultados de nível de eficiência ao longo do período analisado, alcançou um escore médio de eficiência de apenas 33%, o que o colocou à frente somente dos estados de Roraima, Acre e do Amapá.

O presente trabalho, ao estudar o desempenho dos municípios do Amazonas com relação a Atenção Básica à Saúde por um período de quatro anos como proposto, contribuirá para proporcionar aos gestores municipais uma perspectiva comparativa ao longo do tempo.

1.5 Principais resultados

Nos três modelos analisados os resultados indicaram que havia espaço para aumentar a oferta de ações de saúde e de resultados em saúde ligados à atenção básica especialmente nos Modelos 1 e 2.

No segundo estágio da análise, usando regressão com dados em painel, os resultados indicaram que o percentual de pessoas no município com 65 anos ou mais de idade, o percentual de pessoas com até 19 anos de idade, uma renda média mensal baixa, uma expectativa de vida maior e uma maior distância da capital Manaus estão associados a níveis menores de eficiência considerando as alocações dos recursos financeiros, humanos e de infraestrutura física.

Por outro lado, os resultados dos três modelos indicaram, no geral, que um PIB *per capita* maior, um melhor nível de escolaridade da população, uma melhor urbanização dos municípios e uma maior densidade populacional estão associados a níveis maiores de eficiência, isto é, com provocam efeito positivo sobre a aplicação/utilização dos recursos empregados para a prestação dos serviços de atenção básica à saúde.

O desempenho também foi avaliado ao longo do tempo por meio do índice de produtividade de Malmquist e os resultados indicaram que diferentes municípios apresentaram melhoria na produtividade em modelos e biênios diferentes.

Desse modo o trabalho contribuiu para proporcionar uma visão ampla do desempenho dos municípios amazonenses na prestação de serviços de atenção básica à saúde no período avaliado.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado em seis capítulos incluindo esta introdução. No capítulo 2 o Sistema Único de Saúde – SUS é caracterizado com relação aos aspectos de sua formação, administração, regulamentação e operação. No capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica para o tema que se pretende estudar com o objetivo de fornecer a base teórica para a pesquisa. No capítulo 4 são descritos os aspectos metodológicos incluindo a definição do método de pesquisa, das variáveis do estudo, dos modelos empíricos definidos e dos métodos de análise. No capítulo 5 são apresentadas as análises dos dados e a discussão dos resultados. Por fim, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões, limitações e as sugestões para análises futuras.

2 O SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS)

O processo de criação do sistema de saúde brasileiro, o SUS, teve início a partir da Constituição Federal de 1988 (CF88). Em seu artigo 196, a CF88 estabeleceu:

A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988, pp. 118–119).

A partir da CF88, o Brasil adotou um sistema de seguridade social composto pelos subsistemas Saúde, Previdência Social e Assistência Social. O sistema de saúde é universal, ou seja, destinado a toda a população e financiado de forma solidária por toda a sociedade por meio de contribuições e impostos.

O modelo de atenção à saúde brasileiro e a sua forma organizativa foram estabelecidos pela CF88 no seu art. 198. O modelo foi estabelecido como um sistema integrado, organizado em rede de forma regionalizada (regiões de saúde) e hierarquizada (níveis de complexidade de serviços).

As diretrizes do SUS, que orientam de forma geral as ações e serviços de saúde, definidas no art. 198 da CF88, são a “descentralização, com direção única em cada esfera de governo”. Essa descentralização busca adequar o SUS à diversidade regional do país, ao “atendimento integral, com prioridade para as atividades preventivas, sem prejuízo dos serviços assistenciais”, e à “participação da comunidade” diretriz, que manifesta a orientação para a democratização dos serviços e das decisões em relação à saúde (Constituição da República Federativa do Brasil, 1988, p.119).

O SUS foi consolidado e regulamentado por meio da Lei nº 8.080 de 10 de setembro de 1990. A lei trata das “condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde” e estabelece as diretrizes para sua organização e funcionamento. Também pela Lei nº 8.142 de 28 de dezembro de 1990, que trata da participação da comunidade na gestão do sistema e das transferências intergovernamentais dos recursos financeiros na área de saúde (CONASS, 2003, pp. 25–26).

O modelo institucional do SUS é tripartite, com responsabilidade das três esferas governamentais: federal, estadual e municipal. No âmbito do governo federal, o SUS é gerido pelo Ministério da Saúde; no estadual, pelas 27 Secretarias Estaduais de Saúde e do Distrito Federal; no nível municipal, por 5.570 Secretarias Municipais de Saúde.

No SUS, a organização da assistência à saúde considera a rede de serviços de Atenção Básica (AB), de Média e de Alta complexidade. Nessa lógica organizacional pautada por níveis de complexidade, os serviços de AB tendem a ser mais próximos à população. Já os serviços de média e alta complexidade são regionalizados, estão localizados em emergências, possuem ambulatorios de especialidades e internações hospitalares.

2.1 A municipalização do SUS

A Norma Operacional Básica nº 01, aprovada pela Portaria nº 545 de 20 de maio de 1993, regulamentou as primeiras formas de habilitação dos municípios como gestores, com diferentes níveis de competência e de responsabilidades nas condições de gestão incipiente, parcial e semiplena. A NOB-SUS 01/93 também ratificou as Comissões Intergestores Bipartite (âmbito estadual), Tripartite (âmbito nacional) e os Conselhos de Saúde como organismos colegiados de negociação e deliberação.

Três anos depois, a Portaria nº 2.203 de 5 de novembro aprovou a Norma Operacional Básica nº 01/96 com a finalidade principal de promover o avanço, com a criação de novas formas de gestão para os municípios e os estados, do processo de descentralização. Os municípios passaram a poder se habilitar para a gestão plena da atenção básica e do sistema municipal de saúde e os estados para a gestão avançada e plena do sistema estadual de saúde (MS, 1996).

Dentre as principais contribuições da NOB 01/96 pode-se citar a criação da transferência, para os municípios habilitados na Gestão Plena da Atenção Básica (GPAB), dos recursos financeiros com base per capita referentes a essa responsabilidade. Foi criando então o Piso Assistencial Básico (PAB), que passou a ser repassado fundo a fundo de maneira regular e automática. Também adotou como estratégia principal a ampliação dos programas de Saúde da Família e de Agentes Comunitários de Saúde, promovendo assim a reorganização do modelo de atenção com a criação de um incentivo financeiro (CONASS, 2011c, p. 56).

Posteriormente, a Portaria nº 2.023/GM de 23 de setembro de 2004 estabeleceu a Gestão Plena de Sistema Municipal como única modalidade de habilitação para os municípios. Dentre as responsabilidades estabelecidas por essa Portaria aos municípios e Distrito Federal estão a elaboração do Plano Municipal de Saúde (PMS) e do Relatório Anual de Gestão (RAG) e sua submissão aos Conselhos Municipais de Saúde para a devida aprovação. Os municípios e o DF também passaram a organizar e gerenciar o Fundo Municipal de Saúde.

A participação social no SUS foi assegurada em foros institucionais. Esses foros são os Conselhos de Saúde - Conselho Nacional de Saúde, Conselhos Estaduais de Saúde e Conselhos Municipais de Saúde -, compostos de forma paritária por representantes do governo e dos prestadores de serviços de saúde (25%), dos profissionais de saúde (25%) e dos representantes dos usuários do SUS (50%). Os conselhos são vinculados institucionalmente aos órgãos executivos de cada esfera de governo e têm a atribuição de aprovar as políticas e diretrizes destinadas a assegurar a oferta de ações e serviços de saúde.

A ação dos Conselhos é orientada por recomendações das Conferências de Saúde, realizadas nas três esferas de governo e convocadas, a cada quatro anos, pelo Poder Executivo para avaliar a situação de saúde e propor diretrizes para a formulação da política de saúde, com ampla participação dos segmentos sociais interessados na política de saúde.

Com a publicação em 22 de fevereiro de 2006 da Portaria GM/MS nº 399 foram aprovadas as diretrizes operacionais do Pacto pela Saúde. Seu objetivo era o de promover inovações nos processos e instrumentos de gestão do SUS com o propósito de “alcançar maior eficiência, efetividade e qualidade na resposta às necessidades da população” (MS, 2006).

O Pacto pela Saúde foi um acordo interfederativo com três componentes (CONASS, 2011b, pp. 25–29):

- a) Pacto pela Vida: compromisso firmado entre os gestores do SUS em torno das prioridades, estabelecidas por meio de metas nacionais, estaduais e municipais pactuadas anualmente, que geram impacto sobre a situação de saúde da população. Esse pacto reforçou o movimento no SUS da gestão pública por resultados.
- b) Pacto em Defesa do SUS: envolveu ações articuladas entre as instâncias federativas para reforçar o SUS como uma política de Estado defendendo os princípios dessa política estabelecidos na Constituição Federal.
- c) Pacto de Gestão do SUS: estabeleceu as diretrizes para a gestão do sistema definindo de forma clara as responsabilidades de cada ente federado em aspectos como a descentralização, a regionalização, o financiamento e o planejamento, a Programação Pactuada e Integrada (PPI), a Regulação, a Participação social e Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde.

A regulamentação da implementação das diretrizes operacionais dos Pactos pela Vida e de Gestão do SUS foi efetivada pela Portaria GM nº 699 de 30 de março de 2006. Essa portaria unificou os processos de pactuação de indicadores e metas.

O Termo de Compromisso de Gestão (TCG) foi o documento definido para formalizar a adesão ao Pacto pela Vida e de Gestão do SUS entre os entes contemplando as metas e os

objetivos, as responsabilidades e as atribuições dos respectivos gestores bem como os indicadores de monitoramento nas esferas Municipal, Estadual e do Distrito Federal e vigorou entre os anos de 2006 e 2012. Os TCGs requeriam a sua aprovação nos Conselhos de Saúde e deviam ter as suas metas, objetivos e indicadores revisados anualmente.

Posteriormente, a Portaria nº 1.580 de 19 de julho de 2012 afastou a exigência de adesão ao Pacto pela Saúde ou a assinatura do TCG “para fins de repasse de recursos financeiros pelo Ministério da Saúde a Estados, DF e Municípios” (MS, 2012).

Com o propósito de regulamentar a Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990 para definir sobre a organização do SUS e o planejamento da saúde e da articulação interfederativa, foi publicado o Decreto nº 7.508 de 28 de junho de 2011. Esse decreto em seu capítulo I definiu o Contrato Organizativo da Ação Pública de Saúde (COAP) como um “acordo de colaboração firmado entre entes federativos com a finalidade de organizar e integrar as ações e serviços de saúde na rede regionalizada e hierarquizada” (MS, 2011).

O COAP, segundo Artigo 35 do referido decreto definiria “as responsabilidades individuais e solidárias dos entes federados com relação as ações de saúde e serviços de saúde”, também definirá os indicadores e as metas de saúde bem como os critérios para que o desempenho seja avaliado. Estabelecerá ainda os recursos financeiros a serem disponibilizados bem como as formas de controle e fiscalização da sua execução.

Esse acordo tinha caráter obrigatório e o propósito de firmar o acordo de colaboração entre os entes federativos para a organização da rede interfederativa de atenção à saúde (CONASS, 2015, p. 54).

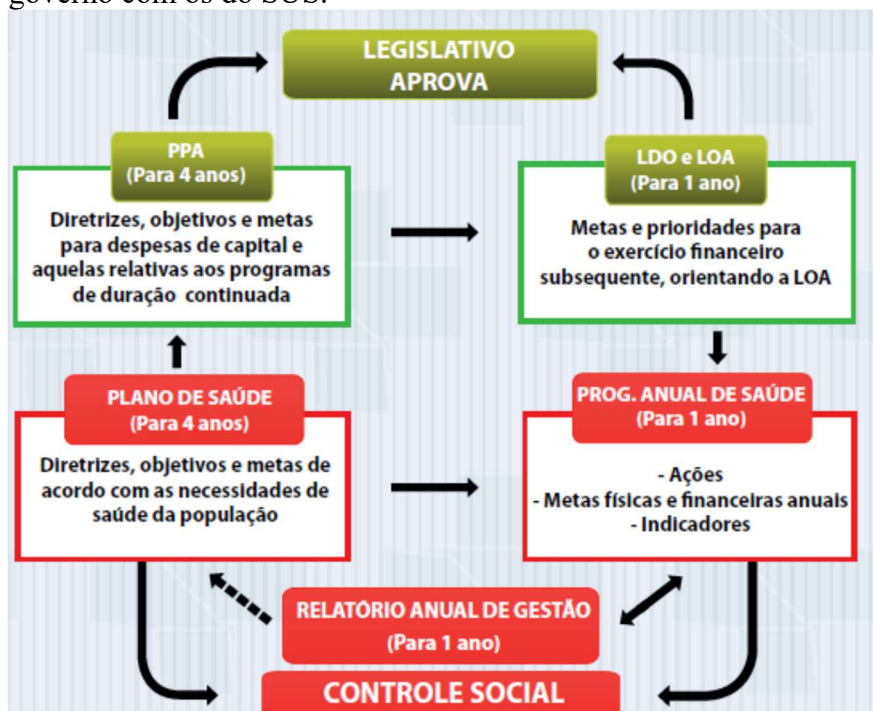
2.2 Os instrumentos de planejamento do SUS

No SUS, um dos requisitos legais é o planejamento em que são expressas as responsabilidades da União, dos Estados, Municípios e Distrito Federal, conforme estabelecido no artigo 36 da Lei 8.080 de 19 de setembro de 1990. Seu processo, assim como o do orçamento, deve ser ascendente e articulado “do nível local ao federal, ouvidos seus órgãos deliberativos, compatibilizando-se as necessidades da política de saúde com a disponibilidade de recursos em planos de saúde dos municípios, dos estados, do Distrito Federal e da União” (CONASS, 2015, p. 34).

Nas esferas Federal, Estadual e Municipal, os Planos de Saúde, as Programações Anuais de Saúde e os Relatórios Anuais de Gestão são os instrumentos básicos de planejamento no SUS. O primeiro e o último devem ser compatíveis com os instrumentos de planejamento e de

orçamento de governo que são o Plano Plurianual (PPA), a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA). A Figura 2.1 resume as ligações entre os instrumentos de planejamento e de orçamento do SUS com os de governo.

Figura 2.1 - Interligação entre os instrumentos de gestão para o planejamento e orçamento de governo com os do SUS.



Fonte: DAI/SGEP/MS (2013b).

Conforme a Portaria nº 2.135 de 25 de setembro de 2013 que estabeleceu as diretrizes para o processo de planejamento do SUS, o Plano de Saúde “nor-teia a elaboração do planejamento e orçamento do governo no tocante a saúde”, apresentando “as intenções e os resultados a serem buscados no período de quatro anos, expressos em objetivos, diretrizes e metas“ (MS, 2013b).

O Plano de Saúde (PS) deve ser elaborado no primeiro ano da gestão que estiver em curso e ter sua execução iniciada a partir do segundo ano até o primeiro ano da gestão seguinte. Para a execução do OS, ele deve estar alinhado com o PPA, instrumento que traduz as políticas públicas em diretrizes, programas, ações e metas cuja implementação se dará num período de quatro anos.

As Programações Anuais de Saúde (PAS) têm o propósito de operacionalizar o que foi expresso nos Planos de Saúde e devem conter para estados e municípios a definição das ações que garantirão o alcance dos objetivos e o cumprimento das metas anuais estabelecidas. Também devem identificar os indicadores que serão utilizados no processo de monitoramento

do que foi programado bem como devem definir os recursos orçamentários que serão necessários para o cumprimento da PAS (CONASS, 2011c, p. 143).

Já o Relatório Anual de Gestão (RAG) é definido como “o instrumento que apresenta os resultados alcançados com a execução da Programação Anual de Saúde” e, conforme a Portaria 2.135, já referenciada, pode conter também recomendações para eventuais redirecionamentos da PAS. Essa mesma portaria também estabelece que os entes federados que tenham assinado o Contrato Organizativo de Ação Pública de Saúde (COAP) devem incluir uma seção específica referenciando os compromissos que foram assumidos e executados nesse instrumento. Os gestores devem enviar o RAG para aprovação do respectivo Conselho de Saúde até a data de 30 de março do ano subsequente ao da execução financeira.

Os Planos de Saúde, as Programações Anuais de Saúde e os Relatórios Anuais de Gestão devem ser submetidos à apreciação e aprovação dos respectivos Conselhos de Saúde.

2.3 O financiamento do SUS

O financiamento do SUS é realizado por intermédio do orçamento da seguridade social. Esse orçamento abrange a saúde, a previdência e a assistência social, com os recursos provenientes de impostos como a Contribuição sobre o Lucro Líquido (CSLL) e o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) pagos pelas empresas (CONASS, 2015, p. 12).

A CF88 determinou que o financiamento do SUS seja de responsabilidade comum entre as esferas federal, estadual e municipal de governo.

Com a publicação da NOB-SUS/96, foi definido o mecanismo de distribuição dos recursos do governo federal para aplicação na atenção básica, qual seja o Piso da Atenção Básica (PAB). Posteriormente, a Portaria GM nº 1.882 de dezembro de 1997 estabeleceu o PAB e sua composição. O PAB ficou definido como sendo o “montante de recursos financeiros destinados exclusivamente ao financiamento da atenção básica à saúde” (MS, 1997a).

O PAB é composto por uma parte fixa e uma parte variável para o custeio da atenção básica. A parte fixa será obtida pela multiplicação de um valor *per capita* pela população de cada município e sua transferência aos municípios e Distrito Federal está condicionada à regular alimentação dos bancos de dados nacionais. Já parte variável do recurso federal é transferida à medida que os municípios realizam ações e políticas de saúde específicas tais como o Saúde da Família, Agente Comunitário de saúde dentre outras realizadas dentro do âmbito da atenção básica.

De acordo com a Portaria GM/MS nº 1.602 de 9 de julho de 2011 (MS, 2011), a definição do valor mínimo do PAB fixo passou a considerar indicadores selecionados segundo o PIB *per capita*, o percentual da população com plano de saúde, o percentual da população com Bolsa Família, o percentual da população em extrema pobreza e a densidade demográfica. Os municípios ficaram distribuídos em quatro faixas de acordo com uma pontuação de zero a dez, considerando os indicadores mencionados. Por essa portaria o valor do PAB fixo passou a variar entre R\$ 18,00 e R\$ 23,00 de acordo com o a pontuação obtida nos indicadores e com o porte populacional.

Em julho de 2013 por meio da Portaria GM/MS nº 1.409 (MS, 2013a) o valor mínimo do PAB fixo passou a variar entre R\$ 23,00 e R\$ 28,00 seguindo os critérios estabelecidos na Portaria nº 1.602.

A Emenda Constitucional nº 29 de 2000 (EC29) definiu uma participação mais efetiva de estados e municípios no financiamento do SUS. Ela estabeleceu os valores mínimos dos recursos a serem aplicados por cada esfera de governo. A regulamentação da EC29 somente aconteceu em 2012, por meio da Lei Complementar nº 141 de 13 de janeiro.

As regras de vinculação de recursos públicos para o financiamento do SUS definidas pela EC29 foram mantidas até 2015 quando foi publicada a Emenda Constitucional nº 86 de 17 de março (EC86). A EC86 alterou o inciso I do §2º do art. 198 da CF88 quanto ao valor mínimo e as normas de cálculo do montante mínimo a ser aplicado, anualmente, pela União em ASPS mantendo as regras até então vigentes para os entes federados.

A partir de 2016, o piso constitucional da União estaria vinculado à Receita Corrente Líquida (RCL) da seguinte forma: em 2016 será equivalente a 13,2% da RCL; em 2017, 13,7%; em 2018, 14,1%; em 2019, 14,5%; e a partir de 2020 corresponderia a 15% da RCL. Além disso, inseriu os valores apurados dos royalties do petróleo como uma das fontes para o cumprimento do mínimo constitucional a ser aplicado em saúde, fazendo com que uma receita que deveria ser considerada adicional se tornasse parte do mínimo (CNM, 2018).

A aprovação em 15 de dezembro de 2016 da Emenda Constitucional nº 95 (EC95), alterando o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT) da Constituição Federal. Por meio dessa emenda, foi determinado que o governo federal aplicasse em ASPS, a partir de 2017, o orçamento disponibilizado para 2016 corrigido pela inflação.

Para a saúde foi determinado um valor de 15% da RCL de 2017 como um “piso/teto”, de modo que a partir de 2018 esse valor ficará congelado por vinte anos, podendo apenas ser corrigido pela inflação do ano anterior. No caso de estados, o valor anual aplicado em ASPS deverá ser de 12%, no mínimo e para os municípios de 15% da arrecadação tributária.

O Ministério da Saúde aprovou em 28 de dezembro de 2017 a Portaria GM/MS nº 3.992. Por meio desse instrumento normativo, instituiu-se um novo modelo de repasse de recursos federais em que o capital e o custeio tornaram-se as únicas modalidades de repasse (MS, 2017b). Os recursos somente poderão ser gastos no que for previsto no planejamento da unidade federativa.

Com relação a participação efetiva das três esferas de governo no financiamento do SUS, verifica-se uma tendência de redução da participação do governo federal nos gastos e aumento na participação de estados e municípios. Segundo dados resumidos pelo CONASS (2011b, pp. 67–68), no período de 1980 a 1990, os gastos públicos da União com saúde, variaram de 75% a 72,7%. A partir do ano de 2000, os números passaram a diminuir, indo de 58,6% para 43,5% em 2008; nos estados, a participação na despesa em saúde que em 1980 foi de 17,8% aumentou para 27,6% em 2008 e, nos municípios, que era de 7,2% em 1980, cresceu para 29% em 2008.

Para que pudesse se equiparar a países onde os modelos de sistemas de saúde também adotam a universalidade no acesso à saúde, no Brasil, o gasto público total com saúde de 3,6% do PIB deveria aumentar para pelo menos 6% do PIB (MS & OPAS, 2013, p. 59).

2.4 O SUS e a estratégia brasileira para a atenção básica à saúde

A Atenção Primária em Saúde (APS) pode ser interpretada como o “nível primário do sistema de saúde” de modo a “organizar e fazer funcionar a porta de entrada do sistema, enfatizando a função resolutiva desses serviços sobre os problemas mais comuns” (OPAS, 2011, p. 29).

Um serviço de saúde é considerado como porta de entrada “quando a população e a equipe o identificam como o primeiro recurso de saúde a ser buscado quando há uma necessidade/problema de saúde.” (CONASS, 2011a, pp. 29–30).

Historicamente as primeiras ideias sobre APS tiveram origem no Relatório Dawson, de 1920, elaborado pelo Ministério da Saúde do Reino Unido. Esse documento associou a APS com a ideia de regionalização e hierarquização dos cuidados, tratando a organização do sistema de serviços de saúde nos seguintes níveis: centros de saúde primários, secundários e hospitais escola.

A Conferência Internacional sobre os Cuidados Primários em Saúde, ocorrida em Alma-Ata na República do Cazaquistão (antiga república da URSS), organizada em 1978 pela

Organização Mundial de Saúde (OMS) e pelo Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) mobilizou um “movimento de Atenção Primária em Saúde” (WHO, 2008).

A conferência reafirmou que a “saúde é um direito humano fundamental” e definiu que os cuidados primários de saúde devem ser “baseados em métodos práticos, cientificamente bem fundamentados e socialmente aceitáveis e em tecnologia de acesso universal para os indivíduos e suas famílias na sociedade” (OMS/UNICEF, 1979, p. 3).

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS) adotou a nomenclatura Atenção Básica à Saúde e a transformou na porta de entrada no SUS com o objetivo de proporcionar acesso universal aos serviços de saúde.

Para reorganização da prática da atenção à saúde, passando a tratar o indivíduo dentro da sua realidade socioeconômica e cultural, o MS criou em 1994, para ser a política nacional de atenção básica à saúde, o Programa Saúde da Família (PSF).

O objetivo geral do PSF era de “contribuir para a reorientação do modelo assistencial a partir da atenção básica, em conformidade com os princípios do Sistema Único de Saúde imprimindo uma nova dinâmica de atuação nas unidades básicas de saúde” (MS, 1997b, p. 10).

A atenção básica ganhou força como política nacional de saúde no país a partir do estabelecimento, por meio da NOB96, das transferências *per capita* para o nível primário do atendimento em saúde. A mesma norma também estabeleceu os incentivos para que os municípios implantassem programas como o Saúde da Família e o de Agentes Comunitários de Saúde (ACS).

A partir de 1999, o MS passou a considerar o Programa Saúde da Família (PSF) como uma estratégia estruturante dos sistemas municipais, passando a denominá-la como Estratégia de Saúde da Família (ESF).

Em 28 de março de 2006 foi publicada a Portaria nº 648/GM/MS aprovando a primeira versão da Política Nacional da Atenção Básica (PNAB). Sua estratégia prioritária era a expansão e consolidação da atenção básica no país, com foco na qualificação da ESF.

A política define ainda que atenção básica é orientada pelos princípios da universalidade, da acessibilidade, do vínculo, da continuidade do cuidado, da integralidade da atenção, da responsabilização, da humanização, da equidade e da participação social.

Uma primeira revisão da PNAB foi publicada em 21 de outubro de 2011 pela Portaria nº 2.488/GM/MS. Essa nova versão da PNAB reafirmou a ESF como sendo o principal elemento de reorganização da atenção básica, ainda que outros modelos de atenção ainda permanecessem operando, ao mesmo tempo em que as expressões Atenção Básica à Saúde e Atenção Primária à saúde foram consideradas equivalentes.

No contexto da ESF como porta preferencial de acesso ao SUS, a atenção básica é realizada por pelo menos uma equipe multiprofissional composta por um médico (preferencialmente um especialista em medicina da família), um enfermeiro e quatro agentes comunitários de saúde. Podem ser acrescentados a essa composição um cirurgião dentista generalista ou especializado em saúde da família e um auxiliar e/ou técnico em saúde bucal.

As equipes Saúde da Família são responsáveis por atender à uma população adstrita¹, com no máximo quatro mil pessoas, estabelecendo as suas ações a partir da formação de vínculos² com as famílias sob sua responsabilidade territorial. Como primeiro contato, deve ainda ser responsável pelo encaminhamento para os outros pontos do sistema de serviços de saúde e pelo cuidado longitudinal³ do paciente.

Em outubro de 2013, por meio da Portaria nº 2.355/GM/MS, o governo federal alterou o quantitativo da população adstrita para duas mil pessoas, alterando assim o cálculo do teto máximo de equipes da Saúde da Família com direito ao recebimento de recursos financeiros (MS, 2013c).

Em revisão mais atual da PNAB, foi publicada a Portaria nº 2.436/GM/MS em 21 de setembro de 2017, por meio de que foram alterados aspectos como o número de agentes comunitários de saúde necessários, a carga horária dos médicos e a forma de financiamento (MS, 2017a).

No ano de 2002 foi firmado um acordo entre o governo brasileiro e o Banco Mundial (BIRD), chamado de Projeto de Expansão e Consolidação do Saúde da Família (PROESF), com o objetivo maior de estimular os municípios para a adoção da ESF como forma de organização da atenção básica. O Proesf foi previsto para ser executado em três fases iniciando em setembro de 2002 e finalizando em junho de 2009.

O programa foi estruturado em três componentes: apoio à conversão do modelo da atenção básica por meio da implementação da ESF, apoio ao desenvolvimento de recursos humanos para a implementação e fortalecimento da ESF e o apoio à estruturação e de metodologias e de instrumentos de monitoramento e avaliação de desempenho.

Já o Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB) foi criado por meio da Portaria nº 1.645/GM/MS de 2 de outubro de 2015 com o

¹ Adscrição dos usuários é um processo de vinculação de pessoas e/ou famílias e grupos a profissionais/equipes, com o objetivo de ser referência para o seu cuidado.

² Vínculo consiste na construção de relações de afetividade e confiança entre o usuário e o trabalhador da saúde, permitindo o aprofundamento do processo de corresponsabilização pela saúde.

³ Longitudinalidade consiste na existência de uma fonte continuada de atenção, assim como sua utilização ao longo do tempo.

objetivo de promover a ampliação do acesso e a melhoria da qualidade da atenção básica com a garantia de um padrão que seja comparável nacional, regional e localmente para que garantir a transparência e a efetividade das ações do governo direcionadas para a atenção básica.

Com o PMAQ-AB o financiamento da ESF também ficou condicionado ao desempenho das equipes Saúde da Família por meio do monitoramento dos indicadores e da avaliação dos padrões de qualidade (Sousa, 2018).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico é iniciado descrevendo o processo da reforma gerencial trazida sob a visão da *New Public Management* (NPM). É descrito o início do movimento, suas bases teóricas e como se deu a evolução da reforma gerencial no serviço público no Brasil. Em seguida, o papel da avaliação de desempenho, trazido pela mudança para o modelo de administração pública gerencial, é abordado dentro dos serviços de saúde e, em especial, nos serviços de atenção básica.

3.1 A avaliação de desempenho nos serviços públicos

Foi no início da década de 1980, no Reino Unido com Margaret Thatcher como primeira-ministra, e em alguns governos municipais dos Estados Unidos como o de Sunnyvale (Califórnia), que aconteceram as primeiras reformas no espírito do movimento chamado de *New Public Management* - NPM (Gruening, 2001). Sua formulação básica é objeto do artigo seminal “*A Public Management for All Seasons?*” de Christopher Hood de 1991 (Hood, 1991).

Países como a Austrália e a Nova Zelândia também são considerados como referências para o início das reformas trazidas pela NPM (Groot & Budding, 2008; Gruening, 2001), não somente por seu pioneirismo, mas também pelo impacto causado pelas ações adotadas, que resultaram em novas formas de funcionamento da administração pública nesses países.

O objetivo maior do movimento era adaptar e transferir os conhecimentos gerenciais desenvolvidos no setor privado para a administração pública de maneira a fazê-la funcionar com uma estrutura mais gerencial, focando a eficiência, a redução de custos e a eficácia na prestação dos serviços públicos.

A argumentação de seus proponentes é a de que os problemas dos governos se relacionam à uma gestão pobre cujo resultado é um aumento da burocracia e uma ineficiência generalizada (DeGroff, Schooley, Chapel, & Poister, 2010).

A ênfase da gestão baseada na NPM está na descentralização, na desconcentração e na modernização da prestação de serviços públicos (Mwita, 2000). Seu modelo se concentrou em fornecer resultados inspirados no mercado, preocupando-se principalmente com a eficiência e o desempenho.

A mudança proposta pela NPM na forma de gestão de serviços públicos como uma estratégia para melhorar a eficiência dos governos se apoia em diferentes bases teóricas. Entre

essas bases estão a teoria da escolha pública, a teoria gerencial, a teoria do agente principal e da economia de custos de transação (Gruening, 2001).

Na América Latina apenas o Chile e o Brasil progrediram com mais ênfase no processo da reforma gerencial trazida pela NPM. No Brasil isso se deu durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso (1994 – 2002), em que teve início a chamada Reforma do Estado com a criação do Ministério da Administração e Reforma do Estado (MARE) e a nomeação do ministro Luiz Carlos Bresser-Pereira. O ministro foi responsável pela concepção e implementação do, assim denominado por ele, modelo gerencial no país (Paes de Paula, 2005).

A reforma gerencial pretendida no Brasil tinha como objetivo em curto prazo a facilitação do ajuste fiscal e, em longo prazo, o de tornar a administração pública mais eficiente e moderna com foco em atender às necessidades do cidadão (Brulon, Ohayon, & Rosenberg, 2012).

A administração gerencial se apoiava nos princípios da flexibilidade, na ênfase em resultados, no foco no cliente, nos valores da eficiência, na qualidade da prestação dos serviços públicos, no desenvolvimento de uma cultura gerencial e no controle social (Matias-Pereira, 2008; Costa, 2008).

A mensuração de desempenho nos serviços públicos ganhou destaque com a mudança de enfoque em procedimentos burocráticos para uma ênfase mais gerencial, em que os resultados são importantes. Ela é uma ferramenta para descrever a melhoria das organizações, considerando que para atuar de modo eficaz o desempenho deve ser medido (Balabonienė & Večerskienė, 2015). Para os autores, a mensuração de desempenho de organizações públicas teve a sua importância aprimorada pela NPM.

A acumulação de resultados em setores do governo como a administração, a educação, a saúde, a distribuição e estabilidade da renda e o sua atuação na economia reflete no desempenho do setor público (Baciu & Botezat, 2014).

Tendo em vista a importância dos investimentos no setor de saúde para que a sociedade se desenvolva e as discrepâncias sociais sejam atenuadas, este estudo direcionou seu foco para essa área.

3.2 Avaliação de desempenho nos serviços de saúde

Conforme vimos, duas das características presentes no pensamento da NPM são a introdução da eficiência como princípio e a crença nos efeitos benéficos de práticas de gestão de negócios como o da medição de desempenho.

Usualmente, o que leva o gestor a medir o desempenho de uma organização é a avaliação (Behn, 2003). Isso coloca a medição do desempenho como um elemento crucial para o seu gerenciamento, pois funciona como um instrumento para permitir a tomada de decisões de forma mais embasada dado que indica onde a mudança é necessária (Freyr, Antony, & Ogden, 2009).

A avaliação (*evaluation*) consiste fundamentalmente em emitir um juízo de valor. É um processo de determinação do valor ou importância de uma atividade, de uma política ou de um programa (OCDE, 2002).

Para a mesma organização, o desempenho (*performance*) pode ser definido como o grau em que uma intervenção de desenvolvimento, ou um parceiro, opera de acordo com critérios, padrões, orientação específica ou alcança resultados consistentes com os objetivos declarados ou planejados.

A sociedade, com seus cidadãos cada vez mais informados quanto aos impactos gerados pelos planos e políticas governamentais em sua qualidade de vida, exige que os gestores públicos atendam às demandas sociais com o uso eficaz e eficiente dos recursos disponíveis, com transparência nos seus atos e eliminando a desconfiança quanto a qualidade dos serviços oferecidos (Catelli & Santos, 2004; Coste & Tudor, 2013; Motta, 2013).

A busca por ofertar serviços públicos que resultem na melhoria da qualidade de vida da população demanda inicialmente o planejamento organizacional. Nesse planejamento está incluído o acompanhamento do desempenho, dado que a aferição da produtividade é considerada um instrumento efetivo de gestão.

Assim, a mudança para o modelo de administração gerencial requereu importantes alterações na medida em que acentuou a importância do papel da avaliação de desempenho nos serviços públicos, colocando-a como instrumento importante para o exercício da verificação permanente do cumprimento das normas e regras estabelecidas.

Um aspecto-chave para a fazer a passagem do processo de medição para o do gerenciamento do desempenho é o desenvolvimento da capacidade de usar os resultados para promover mudanças eficazes na organização (Amaratunga & Baldry, 2002) para que metas predeterminadas possam ser atingidas (Schwartz & Deber, 2016).

Na transição para o modelo de administração pública gerencial, novos valores e práticas precisam ser consolidados, tais como o foco nos resultados, a eficiência dos processos e o atendimento ao cidadão.

Estudiosos do assunto asseveram que medir o desempenho no setor público é difícil e complexo (Balabonienė & Večerskienė, 2015; Coste & Tudor, 2013), uma vez que as metas

devem ser construídas com base em características tangíveis e precisas para que as informações produzidas pelos processos de medição possam ser usadas para a melhoria, para o aprendizado e para a mudança. Entretanto, a simples existência da medição de desempenho não produz automaticamente o aumento da eficiência como efeito colateral (Greiling, 2006).

Ainda, a avaliação do desempenho em termos de eficiência na prestação de serviços públicos possibilita aos formuladores de políticas a tomada de decisão de forma estratégica, o que pode permitir uma melhor gestão dos recursos envolvidos. O esperado é que as informações resultantes do processo de avaliação influenciem as decisões de forma positiva (Contandriopoulos, 2006).

Entretanto, enquanto nas indústrias os produtos são concretamente definidos, os sistemas de saúde tratam com organizações que são centradas nos pacientes, com vários produtos e com forte orientação para o processo, além de ter um processo de produção que se confunde com uma gama de coprodutores (Klazinga, 2010).

Sendo assim, em específico para a avaliação de desempenho dos serviços de saúde, é necessário considerar características específicas que lhe são próprias, além daquelas inerentes aos serviços em geral, como a intangibilidade e de não-estocabilidade.

Os serviços de saúde não são padronizáveis (apesar da existência de protocolos), são muito dependentes das relações interpessoais, usam recursos humanos muito qualificados e são fragmentados (os usuários podem precisar de mais de uma especialidade e/ou tratamentos) (Carnut & Narvai, 2016).

Os serviços de saúde compreendem todos aqueles serviços que se ocupam com o diagnóstico e o tratamento de doenças, assim como, com a promoção, manutenção e restauração da saúde.

De modo mais amplo, os sistemas de saúde, segundo a OMS, consistem em todas “as organizações, agentes e ações cuja intenção principal seja promover, restaurar ou manter a saúde das pessoas e das populações” (WHO, 2000). Seu objetivo definidor é o de melhorar a saúde da população sendo suas metas principais a saúde, a capacidade de resposta e a justiça na contribuição financeira.

Para elevar o alcance dessas metas principais, podem ser considerados como objetivos instrumentais dos sistemas de saúde aspectos como o acesso ao atendimento, o envolvimento da comunidade e a inovação ou sustentabilidade (Murray & Frenk, 2000).

Um dos componentes de um sistema de saúde é o sistema de serviços de saúde que se caracteriza como o “conjunto de organizações que são responsáveis pelas ações e pelos serviços

que são voltados para a prevenção, recuperação e para a promoção da saúde de uma população” (Lobato & Giovanella, 2012, p. 101).

Já uma ação de saúde, segundo a OMS, pode ser definida como qualquer conjunto de atividades, seja em cuidados pessoais de saúde ou em serviços de saúde pública, que tenha a intenção primordial de melhorar ou manter a saúde (WHO, 2000).

Medir o desempenho do sistema de saúde pública e verificar até que ponto o sistema alcança sua missão requerem a capacidade de medir cada um dos componentes do sistema e seus relacionamentos entre si (Handler, Issel, & Turnock, 2001).

Para os autores, embora cada componente possa ser descrito e discutido separadamente, o sistema público de saúde é considerado um sistema aberto com relacionamentos que levam a interação e ajustes mútuos entre esses componentes.

Os componentes principais de um sistema de saúde são: a cobertura, o financiamento, a força de trabalho, a rede de serviços, os insumos, a tecnologia, o conhecimento e as organizações (Lobato & Giovanella, 2012 p.102), sendo o de maior importância a cobertura, pois está relacionada com a garantia do acesso da população aos serviços e sistemas de saúde.

Para as autoras, as funções principais que estruturam todo sistema de saúde são a alocação de recursos, a prestação de serviços, a regulação e a gestão. Essas funções são desenvolvidas a partir de relações políticas e econômicas manifestadas por meio dos interesses dos atores/agentes envolvidos de forma direta ou indireta com os sistemas de saúde cuja dinâmica é resumida na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Dinâmica dos sistemas de saúde.



Fonte: Lobato e Giovanella (2012, p. 108).

Entre os componentes dos sistemas de saúde são constituídas relações e funções que caracterizam a sua dinâmica. Como resultado, são formuladas as políticas, assim como estabelecidas as ações e os serviços que determinam o seu desempenho (Lobato & Giovanella, 2012, p. 108).

Os recursos econômicos são estratégicos para que os sistemas de saúde alcancem seus objetivos de promoção, restauração e manutenção da saúde da população. No entanto, apenas a sua existência não necessariamente proporciona o aumento da eficácia, da eficiência e da qualidade dos serviços de saúde. Para a garantia desse aumento é preciso considerar a interação entre todos os componentes no contexto social, político e econômico.

O desempenho do sistema de saúde como um todo se relaciona com o desempenho dos seus vários subsistemas como, por exemplo, a atenção básica e os serviços hospitalares.

A literatura mostra uma grande quantidade de estudos de avaliação de desempenho de organizações hospitalares com a aplicação de diferentes métodos. O foco maior em hospitais pode ser função do fato de que eles são organizações com limites bem definidos onde os pacientes são admitidos e dispensados (Amado & Santos, 2009).

Entretanto, considerando que o foco do presente trabalho é a atenção básica, já definida como porta de entrada no sistema de saúde, não aprofundaremos a análise de desempenho de organizações hospitalares.

Conforme já definido, a atenção básica em saúde pode ser considerada como base de um sistema de saúde. É ela quem promove a organização e o uso racional dos recursos pelos outros níveis do sistema. Pensar na atenção básica como porta de entrada do sistema de saúde tem foco na melhoria da capacidade de resposta do sistema.

Pode-se entender que a prevenção dos problemas de saúde ou o seu tratamento de maneira mais efetiva reduzirá a necessidade de procedimentos mais sofisticados e/ou das internações hospitalares o que pode ajudar a garantir a viabilidade do sistema de saúde (Ibañez et al., 2006).

O estudo de Payne, Laporte, Deber e Coyte (2007) argumenta que o aumento da expectativa de vida pode representar um fator de pressão para os gastos em saúde se o comportamento das doenças e dos agravos à saúde na população não for diminuída ou mantida constante.

Nesse sentido, sendo responsável por parte significativa do orçamento da área da saúde, a atenção básica necessita de empenho nos esforços para a identificação e análise das variações no seu desempenho de modo a proporcionar a melhoria do sistema como um todo.

Basear a avaliação de desempenho por meio da análise da eficiência com a utilização de técnicas de otimização, tal como a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) e a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis* – SFA), possibilita o estabelecimento de referências (*benchmarks*), permite a detecção de mudanças de um período para o outro e fornece informações sobre como melhorar o desempenho (Ozcan, 2014, p. 3).

Como a avaliação de desempenho dos serviços de atenção básica à saúde constitui o tema do trabalho, na sequência mostraremos diferentes trabalhos empíricos com esse propósito.

3.3 Avaliação de desempenho na atenção básica à saúde

A atenção básica é, como já vimos, um elemento central na prestação dos serviços de saúde e um número razoável de trabalhos tem sido realizado para estudar o seu desempenho.

A noção de desempenho em saúde se relaciona com o grau de alcance dos objetivos específicos dos sistemas de saúde. O propósito é garantir a equidade, a eficiência, a eficácia e a qualidade das ações (Arah, Klazinga, Delnoij, Ten Asbroek, & Custers, 2003).

Na Grécia, onde a atenção primária à saúde é o primeiro nível de atenção sendo predominantemente preventivo, terapêutico e de reabilitação, Mitropoulos, Kournetas e Mitropoulos (2016) avaliaram Centros de Saúde Primários (CSP) para identificar os fatores que impediam o alcance da eficiência usando dados do ano de 2005. Fizeram uso da DEA em dois estágios com retornos variáveis de escala e com orientação para as entradas em dois modelos de análise. Foram avaliados dois modelos, um a partir de variáveis relacionadas a características de produção e outro considerando fatores relacionados a aspectos econômicos. Na primeira parte da análise, no modelo de produção, 39% de 152 unidades examinadas foram especificadas como eficientes com escore médio de eficiência técnica de 74%. Já no modelo econômico, 20% de 105 unidades examinadas foram consideradas eficientes com escore médio de 64%. Em ambos os modelos, foi verificado que os CSPs de grande porte e os localizados em centros urbanos apresentaram melhor desempenho em relação à escala de produção, enquanto os centros definidos como pequenos e localizados em áreas rurais foram mais ineficientes em escala. Na segunda parte da análise, como resultado da aplicação da regressão truncada usando o método da máxima verossimilhança, foi verificado para ambos os modelos que a taxa de mortalidade e o número total de unidades prestadoras de serviços de saúde existentes nas proximidades de cada CSP (num raio menor de 25 km) mostraram efeitos positivos e significativos sobre os escores de eficiência técnica. Finalmente, no modelo econômico, a

densidade populacional apresentou efeito negativo e significativo sobre os escores de eficiência técnica.

Em estudo mais recente, Oikonomou et al (2016) analisaram a eficiência técnica, de escala e técnica total com dados coletados em 2010 de 42 Centros de Saúde (CS) rurais das regiões sul e oeste da Grécia, utilizando dois modelos de DEA (VRS e CRS) orientados para o produto. Essa orientação foi escolhida, pois os autores consideraram que a redução de insumos na prestação de serviços de saúde é indesejável enquanto o aumento dos resultados é viável. Os CSs são compostos principalmente por clínicos gerais (GPs), outros especialistas (em baixo número), enfermeiros, assistentes de laboratório e pessoal técnico e administrativo e atendem, cada um, uma população que varia entre 2.500 e 50.000 pessoas. Os resultados indicaram que mais da metade dos CSs estavam operando com alta eficiência de escala e que, a maioria das unidades tecnicamente eficientes atendiam populações de captação bastante grande e estavam situadas perto de grandes cidades. Já os dois CSs mais ineficientes atendiam a áreas montanhosas isoladas com pequenas populações de captação. Para os autores, a melhoria da eficiência na prestação de cuidados primários rurais na Grécia é viável e pode ser alcançada por meio do desenvolvimento de um sistema de atenção primária mais integrado e abrangente e de uma melhor gestão de recursos.

Também na Europa, especificamente em Portugal, Amado e Santos (2009) analisaram o desempenho dos serviços de atenção primária prestados pelas Autoridades Distritais de Saúde (*District Health Authorities - DHAs*). Os autores compararam a equidade de acesso a serviços, a eficiência técnica e a qualidade dos serviços. A eficiência técnica foi avaliada com a aplicação da DEA com rendimentos constantes de escala e orientação para os produtos. A análise empírica utilizou dados dos anos de 2004 e 2005. Os resultados em termos de eficiência indicaram uma variação de 7% a 58% dos centros avaliados classificados como totalmente eficientes. Segundo os autores, esses resultados sugerem que um melhor uso dos recursos em certas partes do país poderia levar a um maior volume de prestação de serviços. Concluíram ainda, que o envolvimento das partes interessadas no processo de avaliação contribui para a melhoria do desempenho na prática.

Ainda em Portugal, Ferreira, Marques e Nicola (2013) analisaram o desempenho de 22 centros de saúde (*Health Care Centers - ACES*) pertencentes às regiões de Lisboa e Vale do Tejo, organizados de acordo com cinco sub-regiões em termos de eficiência, equidade de acesso horizontal e qualidade. Para determinar a eficiência, os autores aplicaram a DEA clássica considerando as orientações para entradas, saídas e um modelo não orientado (aditivo). Para considerar o efeito de variáveis ambientais (exógenas) sobre as eficiências foi aplicada a DEA

corrigida por variáveis ambientais pelo método proposto por Daraio e Simar (2005). Os dados utilizados se referiam aos anos de 2009 e 2010. Os ACES têm a missão é garantir a provisão da atenção primária em uma área geográfica específica, trabalhando, dentre outros aspectos, para aumentar os ganhos em saúde realizados pelas Unidades de Saúde da Família (USFs). Segundo os autores, o sistema de saúde português, na data do estudo, é diferente daquele objeto do trabalho de Amado e Santos (2009). No período analisado, o sistema de saúde de Portugal estava caracterizado por três sistemas coexistentes e sobrepostos: o Serviço Nacional de Saúde (NHS), regimes de seguros públicos e privados para certas profissões e seguro de saúde voluntário privado. A maioria da população recebia cuidados de saúde do NHS, que tem cobertura universal e é financiado principalmente pela tributação geral. Segundo os autores, os resultados foram muito semelhantes para os três tipos de orientações usadas nos modelos DEA. A análise indicou que, em geral, houve melhora geral da eficiência entre os anos de 2009 e 2010 com a enfermagem sendo o serviço com menor pontuação. Os testes indicaram que não há evidência de diferenças relevantes entre as regiões analisadas que aponte a falta de equidade horizontal na prestação dos serviços de saúde entre elas. Com relação à inclusão de variáveis ambientais, os resultados indicaram que a distância até o hospital mais próximo influencia positivamente a eficiência enquanto as variáveis poder aquisitivo e porcentagem de pacientes com mais de 65 anos de idade mostraram influência negativa.

Para avaliar a eficiência nos serviços de saúde nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o trabalho de Afonso e Aubyn (2011) usou a média de dados dos anos de 2000 a 2003, aplicando a DEA em dois estágios. A DEA aplicada foi com orientação para as saídas (*output oriented*) com retornos variáveis de escala. Na primeira parte da análise, os autores identificaram Canadá, Finlândia, Japão, Coréia, Espanha, Suécia e EUA como países que alcançaram a fronteira da eficiência. Determinaram ainda que, em média, os países poderiam ter aumentado seus resultados em 40% usando os mesmos recursos citando a Hungria, a República Eslovaca e a Polônia como países que apresentam espaço significativo para melhorias. Na segunda parte da análise, os escores de eficiência foram regredidos usando regressão Tobit, cujos resultados mostraram que o PIB *per capita* e o nível de escolaridade (completa) apresentaram efeito positivo e significativo enquanto o consumo de tabaco e obesidade apresentaram efeito significativo e negativo piorando, portanto, o desempenho em saúde.

Para avaliação de desempenho de centros de saúde públicos do Quênia na África Oriental, Kirigia, Emrouznejad, Sambo, Munguti e Liambila (2004) analisaram a eficiência técnica e de escala de 32 centros de saúde pública na zona rural (*Rural Health Services - RHS*)

usando DEA em um estágio. No período avaliado, existiam 350 RHSs e 80% da população morava na zona rural. A análise demonstrou que 44% dos centros de saúde da amostra estavam operando de forma tecnicamente eficiente enquanto 59% deles foram considerados eficientes em escala. O escore médio de eficiência de escala para os centros de saúde avaliados como ineficientes foi de 70% com desvio padrão de 19%.

O estudo de Deidda, Lupiáñez-Villanueva, Codagnone e Maghiros (2014) analisou a eficiência de 130 centros de atenção primária na região Basca da Espanha, considerando o papel das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) e usando a DEA em quatro estágios (*four-stage DEA model*) com dados do ano de 2009. Para evitar a questão da heterogeneidade, que poderia ser provocada pelos diferentes tamanhos dos centros de saúde primários, todas as variáveis utilizadas como produtos e como insumos foram dimensionadas pela população total. Na primeira parte da análise foi empregado um modelo DEA com retornos variáveis de escala e orientado para as entradas. Para o segundo estágio da análise, foram rodadas regressões Tobit, uma para cada variável de entrada, considerando como variável dependente as folgas totais (*total slacks*) para cada insumo obtidas no primeiro estágio. Os regressores (variáveis ambientais) foram o índice de mortalidade e o percentual de pacientes com idade acima de 65 anos. No terceiro estágio da análise, os coeficientes estimados do primeiro estágio foram usados para a obtenção de folgas (*slacks*) de saída (*outputs*), utilizadas para o ajuste dos dados de saída primários. Finalmente, no quarto estágio, o modelo DEA foi novamente executado, gerando novas medidas radiais de ineficiência atribuíveis exclusivamente à gestão. Os resultados mostraram que a eficiência total calculada por meio da DEA em quatro estágios foi ligeiramente maior do que a calculada na DEA básica. No entanto, a maioria dos centros apresentou desempenho abaixo da fronteira de produção nos dois procedimentos. A indicação é a de que a inclusão de variáveis que não podem ser modificadas pelos tomadores de decisão, as chamadas variáveis ambientais ou exógenas, afeta os valores do escore de eficiência e a consequente classificação dos centros. Quanto ao potencial para melhorias, verificou-se que, no geral, o uso de Registros Eletrônicos de Saúde (*Electronic Health Records - EHR*) mostrou o valor médio mais alto (24,32%), seguido do número de consultas realizadas por clínicos gerais (10,67%) e das realizadas por enfermeiros (6,60%).

Em trabalho mais recente, também para a avaliação da eficiência de sistemas regionais de saúde na Espanha, o trabalho de Carrillo e Jorge (2017) analisou 19 regiões de saúde para identificar as desigualdades em nível regional. O Sistema Nacional de Saúde Espanhol (*Spanish National Health System - NHS*) é, segundo os autores, composto por algumas regiões de saúde independentes e com grande autonomia na organização e prestação de serviços de saúde no seu

território. Ele oferece cobertura universal, é financiado por impostos e de maneira predominante operado pelo poder público. Os dados referiam-se ao ano de 2013, com exceção das variáveis consumo de tabaco e percentual da população com autopercepção positiva do estado de saúde, cujos dados se referiam ao ano de 2000 e foram analisados com o emprego da DEA orientada ao insumo no modelo de retorno constante de escala. Os resultados indicaram que a maioria das regiões com melhor classificação estava associada a melhores condições econômicas e de padrão de vida, registrando PIB *per capita* e taxas de emprego mais altas do que a média do país, em contraste com as regiões mais mal classificadas. Para os autores, parte dos resultados sugerem que as políticas regionais que buscam uma melhoria global da eficiência devem ser predominantemente orientadas para as restrições à despesa e para uma redução da população tabagista. Concluíram ainda que a possibilidade de ranqueamento das unidades de análise deve ser valorizada como uma oportunidade de estímulo aos processos de planejamento para melhores políticas regionais de saúde.

Destacamos ainda dois trabalhos com dados do Chile. O estudo de Ramírez-Valdivia, Maturana e Garrido (2011) usou dados do ano de 2006 para estimar, com aplicação da DEA orientada para os resultados, os níveis de eficiência de 259 municípios e o estudo de Ramírez-Valdivia et al (2015) utilizou os mesmos dados para examinar se diferentes abordagens para estimar a eficiência técnica, a DEA e a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*), poderiam apresentar resultados significativamente diferentes.

No trabalho de Ramírez-Valdivia et al (2011) foram construídos quatro modelos de análise para os municípios divididos entre rurais e urbanos. Os resultados do estudo indicaram que os municípios urbanos foram, em média, mais eficientes que os rurais. Segundo os autores, para o grupo urbano, os modelos III e IV foram os mais semelhantes em relação à pontuação média de eficiência, desvio padrão e número de municípios eficientes o que levou à conclusão de que a inclusão de um insumo no modelo IV não pareceu afetar significativamente os principais resultados. Já no grupo de municípios urbanos, os modelos II e III foram os mais parecidos em termos do escore médio de eficiência, do desvio padrão e do número de unidades eficientes. Os resultados da regressão Tobit considerando os escores de ineficiência como variável dependente indicaram que no grupo rural, foram significativas e com efeito negativo a proporção de computadores interconectados (tomada como proxy de acesso/conectividade à tecnologia da informação), a proporção de unidades de saúde rurais, a densidade populacional e a taxa anual de encaminhamentos para especialistas. Com efeito positivo foram significativas a proporção de exames preventivos realizados anualmente, a proporção de habitantes registrados com mais de 65 anos de idade e a proporção de habitantes matriculados com menos

de seis anos de idade. No grupo de municípios urbanos, as variáveis que apresentaram efeito significativo e negativo foram a taxa anual de encaminhamentos para especialistas e a proporção de unidades de saúde urbanas.

Por sua vez, no trabalho de Ramírez-Valdivia et al (2015) como modelos de comparação entre a DEA e a SFA, os autores selecionaram o modelo II para os municípios rurais e o modelo III para os urbanos. Os modelos foram os mesmos definidos por Ramírez-Valdivia et al (2011). Ainda, dado que a SFA tem a restrição de usar apenas uma variável dependente, as duas variáveis de resultado usadas na DEA (o número anual de consultas médicas realizadas para tratamento e o número anual de consultas médicas para cuidados preventivos) foram combinadas em uma saída usando uma análise de componentes principais. Os resultados indicaram que para os municípios urbanos, o valor da eficiência da SFA atingiu uma média de 70,89%, enquanto o valor da DEA foi de 68,37%. Em relação aos municípios rurais, o valor da SFA atingiu a média de 65,83% e o valor da DEA atingiu 54,46%. Os valores mínimo e máximo foram maiores para a SFA do que para a DEA, dado que o termo de erro foi dividido em ineficiência e ruído para a primeira e na segunda foi assumido que o desvio da fronteira era devido exclusivamente à ineficiência. Já a variância para a SFA foi menor do que para a DEA. Por fim, os autores concluíram que dadas as forças e fraquezas de cada método, seria mais apropriado decidir qual deles usar com base no objetivo do estudo e nos dados disponíveis, em particular o número de variáveis de saída.

O estudo de Hsu (2013) avaliou a eficiência e a produtividade dos gastos com saúde de 46 países na Europa e Ásia Central para o período de 2005 a 2007. O estudo aplicou a DEA, sob a suposição de retornos constantes de escala e orientada para os resultados, determinando o índice de produtividade de Malmquist para medir a produtividade e finalmente, uma regressão Tobit com dados em painel foi usada para analisar os fatores ambientais que poderiam explicar as variações na eficiência. O total dos gastos com saúde *per capita* foi usado como única variável de entrada. Os resultados, segundo os autores, indicaram que o nível médio de pontuações de eficiência na Europa e na Ásia Central como um todo foi de 98,8%, indicando que os países poderiam atingir o mesmo nível de produção com cerca de 1,2% menos recursos. Para tanto, seria necessário que os países mais ineficientes adotassem as melhores práticas de seus pares de melhor desempenho. Os países da Europa exibiram pontuação relativamente baixa em termos de eficiência, enquanto gastaram mais em saúde como proporção do PIB do que os países da Ásia Central. Os resultados obtidos com o índice de Malmquist, indicaram que o crescimento da produtividade diminuiu em média 7,7% ao ano durante o período da amostra e que essa deterioração da produtividade estava relacionada à mudança técnica (*frontier-shift*

effect) da ordem de 10,9%. Finalmente, como resultado da regressão, foi verificada a influência significativa e positiva do número de leitos hospitalares e da média de anos de escolaridade primária nas pontuações de eficiência.

Sun, Ahn, Lievens e Zeng (2017) examinaram a eficiência dos sistemas nacionais de saúde de 173 países usando dados referentes aos períodos de 2004 a 2011. Na primeira parte da análise foi empregada a DEA com orientação para as entradas e retorno variável de escala e no segundo estágio, para examinar o impacto das variáveis ambientais na eficiência dos sistemas de saúde, foram construídos modelos de regressão Tobit usando os escores de eficiência combinados (*pooled*) como a variável dependente. Como única variável de entrada foi usado o gasto *per capita* com saúde. Os resultados, segundo os autores, mostraram que durante o período analisado, o escore médio de eficiência foi de 78,9%, o que sugere que os países poderiam economizar 21,1% dos gastos com saúde *per capita* para atingir o mesmo nível de resultados de saúde se os países tivessem um desempenho tão bom quanto seus pares. Já quando os oito anos de dados foram combinados numa única fronteira de produção (*pooled* DEA), a eficiência melhorou de 70,7% em 2004 para 75,2% em 2011. Na segunda etapa da análise, foi verificado que apresentaram efeito significativo e positivo sobre a eficiência as variáveis renda nacional bruta *per capita*, que traduz a quantia ganha pelas pessoas e empresas de uma nação (usada para medir e rastrear a riqueza de uma nação ano a ano), a taxa de urbanização e o percentual da parcela das despesas de seguridade social em relação as despesas totais com saúde. Também apresentou efeito positivo um dos indicadores de boa governança do Banco Mundial (*World Bank*), que mede até que ponto os agentes confiam e cumprem as regras da sociedade (*rule of law*), medido por uma pontuação que variou entre -2,5 a +2,5 onde quanto maior o valor melhor o desempenho. Já a prevalência de HIV/AIDS na população de 15 a 49 anos e o percentual da parcela com as despesas com saúde em relação ao orçamento total do governo apresentaram efeito significativo e negativo sobre a eficiência.

3.3.1 Avaliação de desempenho da atenção básica no Brasil

Nos estudos realizados no Brasil destacamos o trabalho de Varela, Martins e Fávero (2012), que avaliou o desempenho da atenção básica à saúde em municípios do estado de São Paulo com DEA em dois estágios, com retornos variáveis de escala, orientação para os produtos e usando dados do ano de 2006. No primeiro estágio foram determinados os escores de eficiência com a aplicação da DEA e no segundo estágio, com o emprego de um modelo de regressão clássica, os autores utilizaram como variável dependente os escores de eficiência de

Farrell que variam de zero ao infinito e quanto maior o seu valor mais ineficiente é a DMU em um modelo orientado para o produto. Os resultados da DEA mostraram que dentre os 599 municípios paulistas analisados apenas 2,83% foram considerados eficientes. Dentre os avaliados como ineficientes, foi verificado que a oferta de produtos diretos de atenção básica poderia ser aumentada em 74,2% sem a necessidade de alocação de mais recursos.

Os resultados do segundo estágio da análise apontaram que o percentual da população com idade de 60 anos ou mais foi significativo e com efeito positivo sobre os escores de ineficiência, enquanto a densidade populacional, a escala dos estabelecimentos de saúde e o percentual da população em área urbana apresentaram efeito negativo. Segundo os autores, os resultados indicaram que um município que tenha população menos dispersa e mais urbanizada tem reduzido o custo da prestação de serviços de atenção básica. Já para os municípios considerados mais ineficientes, verificou-se que eram predominantemente de pequeno porte, o que, segundo os autores, levanta o questionamento se para esses a atenção básica deveria ser considerada como de sua exclusiva responsabilidade.

Em direção ao achado no trabalho de Varela et al (2012), com relação ao efeito da idade da população sobre a eficiência dos serviços, o estudo de Silva, Ribeiro, Barata e Almeida (2011) analisou a evolução do perfil de utilização do SUS entre 2003 e 2008 por meio dos dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios (PNAD) e verificou, dentre outros aspectos, que o padrão de procura de serviços por faixa de idade manteve a proporção mais elevada entre os mais jovens e os mais idosos. Segundo os autores, para a faixa etária de zero a quatorze anos essa proporção de utilização do SUS em 2008 foi de 66% e para aqueles com sessenta ou mais anos de idade foi de 56%.

O trabalho de Santos, Gonçalves e Ferreira (2014) analisou o desempenho dos municípios da região sudeste do país, que tivessem pelo menos uma equipe de Saúde da Família, no gasto da atenção básica à saúde com dados dos anos de 2007 a 2010. Os autores utilizaram a DEA com retornos variáveis de escala e orientação para os produtos e o índice de Malmquist para mensurar as mudanças de produtividade.

Os municípios foram agrupados em dois grupos mais homogêneos segundo o percentual da população com cobertura privada de saúde. Cada um desses dois grupos foi dividido em outros dois subgrupos considerando características como porcentagem de casas com coleta de lixo e de casas com fornecimento de energia elétrica dentre outras.

Para os dois agrupamentos oriundos do Grupo A, o primeiro (grupo 1), formado por cidade com população média de 27.584 habitantes, a média da eficiência técnica variou entre 57,7% e 65,1%, com a maior média verificada no ano de 2009 sendo que os municípios desse

grupo apresentavam uma maior cobertura de saneamento básico e infraestrutura quando comparados aos municípios do grupo 2. No grupo 2 formado por municípios com população média de 9.929 habitantes essa variação foi de 48,1% a 59,7% com a maior média no ano de 2010.

Também os municípios do agrupamento B foram divididos em outros dois chamados de grupos 3 e 4. Para os municípios do grupo 3, formado pelas cidades com maior média de cobertura privada e uma maior cobertura de saneamento básico e infraestrutura quando comparados aos municípios do grupo 4, a variação da eficiência média foi de 54,1% a 61,6% com essa maior média no ano de 2007. Finalmente, no grupo 4, a variação média dos escores foi de 49,6% a 69,8% com o maior valor médio verificado para o ano de 2008.

Pela análise da mediana do índice de Malmquist, os autores inferiram que a maioria dos municípios analisados perdeu produtividade nos gastos com a atenção básica à saúde no decorrer do período analisado.

Miclos, Calvo e Colussi (2017) analisaram o desempenho da Atenção Básica (AB) por meio da Estratégia Saúde da Família em todos os municípios brasileiros, com o uso da DEA em um estágio, orientada para o produto e retornos variáveis de escala usando dados do ano de 2012. Foram elaborados dois modelos empíricos, sendo um enfatizando as ações de saúde e o outro os resultados em saúde de atenção básica. Como forma de garantir a homogeneidade entre as unidades de análise (os municípios), elas foram estratificadas segundo o porte populacional, resultando em seis grupos de municípios. Dentre os resultados obtidos, verificou-se que ambos os modelos indicaram percentual alto de ineficiência para os municípios de pequeno porte populacional. Foi ressaltado que esses municípios possuem algumas características próprias que podem levar a ineficiência tais como, a alta rotatividade dos profissionais das equipes e unidades de saúde em áreas rurais com baixa densidade demográfica. Os autores salientam que analisar a eficiência de forma isolada apenas traduz como é a relação insumo/produto não sendo possível avaliar aspectos como o acesso ou a qualidade do atendimento.

Podemos destacar ainda o trabalho de Silva e Queiroz (2018). O trabalho analisou a eficiência dos municípios do estado do Rio Grande do Norte na aplicação dos recursos na saúde pública com dados dos anos de 2004 e de 2008 utilizando dois modelos DEA e o índice de Malmquist que mede a produtividade entre dois períodos. Para avaliar o efeito de variáveis ambientais foi utilizada a DEA com *bootstrap*, técnica proposta por Simar e Wilson (2007) para a correção de viés a subsequente aplicação de uma regressão Tobit. Os dois modelos DEA utilizados consideram a mensuração e análise dos níveis de eficiência na utilização dos recursos e na qualidade da saúde pública do Rio Grande do Norte. Segundo os autores, dentre os

municípios amostrados em 2004, um pouco mais da metade, 51 (58,6%) apresentaram qualidade máxima na prestação de serviços de saúde. Já no ano de 2008, dos 85 municípios analisados, 42 (49,4%) foram 100% eficientes na mensuração da qualidade. Na regressão, a idade e a coligação partidária dos prefeitos dos municípios foram significativas e com efeito negativo, o que, segundo os autores, indica que os municípios com prefeitos mais experientes e eleitos por partidos coligados à base política do governo estadual reduziram a ineficiência na utilização dos recursos em saúde. Já a densidade populacional, o índice de Gini e a proporção de pobres foram significativas e com sinal positivo, o que segundo os autores, indica que os municípios que não conseguem reduzir os níveis de pobreza e de desigualdade de renda poderiam ter dificuldade em reduzir os níveis de ineficiência.

Já o trabalho de Cabral, Ferreira, Batista e Cerqueira (2019) analisou o desempenho da atenção primária nos municípios de Minas Gerais, com dados do ano de 2011 com a aplicação da DEA em dois estágios. Como resultado da aplicação da DEA com retornos constantes de escala e orientada para os produtos, os autores destacam que apenas 10 dos 781 municípios mineiros formaram a fronteira da eficiência, dentre eles a capital, Belo Horizonte, a cidade de Divinópolis considerada como de médio porte e a cidade de Braúnas considerada como de baixo porte. Esse achado, segundo os autores, sinalizou que não é possível associar altos níveis de eficiência apenas ao porte dos municípios. A maioria dos municípios (552) apresentou escore de eficiência no intervalo de 25,7% a 59,1%. Como resultado do segundo estágio da análise, os escores de eficiência foram usados como variável dependente numa regressão múltipla onde as variáveis receita líquida *per capita* dos municípios, o valor *per capita* do Bolsa Família e a taxa de analfabetismo mostraram influência significativa e negativa sobre os escores de eficiência. Por outro lado, a densidade populacional e o percentual de casas com banheiro e esgoto coletado mostraram efeito significativo e positivo sobre os escores.

Os estudos relacionados tiveram como foco a análise do desempenho da atenção básica sob o aspecto da eficiência para a realização das ações e dos resultados em saúde. O foco da análise de eficiência está em medir a competência com a qual os insumos são convertidos em resultados que tenham valor para os usuários do sistema de saúde. A avaliação da aplicação dos recursos utilizados do sistema público de saúde deveria ser, portanto, uma preocupação natural dos gestores nacional e locais.

3.4 Síntese da literatura revisada

Os gestores públicos podem fazer uso da medição de desempenho para avaliar, para controle e orçamento, para motivar, promover, exaltar, aprender e melhorar (Behn, 2003). Para o autor, o propósito real do gestor público ao medir desempenho é a sua melhoria, de modo que os outros sete propósitos listados são apenas meios para alcançar esse propósito final.

Medir o desempenho em serviços de saúde, além das dificuldades inerentes às suas características específicas, lida ainda com a dificuldade na definição da qualidade dos indicadores de desempenho face os desafios impostos pela variedade de produtos e pelo ambiente altamente dinâmico (Klazinga, 2010).

Considerando a amplitude dos serviços de saúde e que, inserida nele, a atenção básica tem o papel fundamental de organizar e fazer funcionar a porta de entrada do sistema, o presente trabalho fez a opção de focar na análise das variações no seu desempenho.

Diferentes estudos empíricos envolvendo a medição do desempenho em serviços de saúde com a aplicação de técnica de otimização como a Análise Envoltória de Dados e a Análise de Fronteira Estocástica foram levantados. Estes serviram de base para a seleção das variáveis de entrada e saída e das variáveis para a regressão.

O Quadro 3.1 resume os trabalhos empíricos de avaliação de desempenho em saúde com a aplicação da DEA, sem a aplicação de regressão como uma segunda etapa da análise, destacando as variáveis de insumos e de produtos utilizadas.

Quadro 3.1 - Resumo dos estudos de avaliação de desempenho com aplicação da DEA em um estágio.

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos
<p>Kirigia, Emrouznejad, Sambo, Munguti e Liambila (2004)</p> <p>Unidades de análise: Centros de saúde públicos do Quênia</p>	<p>DEA VRS e CRS com orientação para os insumos</p>	<p>Número de clínicos e enfermeiros; Número de fisioterapeutas, terapeutas ocupacionais, oficiais de saúde pública, técnicos de odontologia;</p> <p>Número de técnicos e tecnólogos de laboratório;</p> <p>Número de funcionários da área administrativa;</p> <p>Número de leitos;</p> <p>Total de despesas recorrentes não salariais.</p>	<p>Número de atendimentos para diarreia + malária + STI + infecções do trato urinário + infecção por vermes intestinais + problemas por doença respiratória;</p> <p>Número de atendimentos do pré-natal ao planejamento familiar; Número de imunizações;</p> <p>Número de outras visitas ambulatoriais gerais.</p>
<p>Oikonomou, Tountas, Mariolis, Souliotis, Athanasakis e Kyriopoulos (2016)</p> <p>Unidades de análise: Centros de Saúde (CS) rurais das regiões sul e oeste da Grécia com dados do ano de 2010.</p>	<p>DEA VRS e CRS com orientação para os produtos</p>	<p>Tamanho da equipe médica;</p> <p>Pessoal de enfermagem e outros profissionais de saúde aliados;</p> <p>Número de consultas de emergência;</p> <p>Número de equipamentos para exames microbiológicos, de imagem e uma lista de outros 20 equipamentos.</p>	<p>Número de consultas para pacientes com doenças crônicas;</p> <p>Número de consultas preventivas (incluindo número de vacinações e preventivos como Papanicolau).</p>
<p>Amado e Santos (2009)</p> <p>Unidades de análise: 337 centros de saúde em Portugal distribuídos em 18 DHAs (<i>District Health Authorities</i>).</p>	<p>DEA CRS com orientação para os produtos</p>	<p>Número de médicos;</p> <p>Número de enfermeiros;</p> <p>Número de membros da área administrativa e outros funcionários.</p>	<p>Número de consultas de planejamento familiar; Número de consultas de maternidade;</p> <p>Número de consultas com pacientes entre 0 e 18 anos; Número de consultas: pacientes com idade entre 19 e 64 anos; Número de consultas com pacientes com > 65 anos; Número de consultas domiciliares pelo médico; Número de outras consultas pelo médico; Número de consultas domiciliares pelo enfermeiro; Número de curativos e outros tratamentos de enfermagem; Número de injeções e de vacinas dadas pela enfermeira;</p>

conclusão

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos
Carrillo e Jorge (2017) Unidades de análise: 19 regiões de saúde da Espanha	DEA CRS com orientação para os insumos	Número de profissionais de saúde na atenção primária (por mil habitantes); Número de leitos (por 1000 habitantes); Número de unidades de ressonância magnética (por 100.000 habitantes); Despesas regionais <i>per capita</i> com saúde; Consumo de tabaco (% da população).	Expectativa de vida saudável ao nascer (anos); Taxa de sobrevivência infantil; Percentual da população com autopercepção positiva do estado de saúde.
Santos, Gonçalves e Ferreira (2014) Unidades de análise: Municípios da região sudeste do Brasil que possuíam pelo menos uma Equipe de Saúde da Família.	DEA VRS com orientação para os produtos. Índice de Malmquist.	Número de Equipes de Saúde da Família; Número de estabelecimentos de atenção primária à saúde;	Produção ambulatorial na atenção básica; Número de pessoas cadastradas; Número de visitas domiciliares realizadas pela equipe Saúde da Família.
Miclos, Calvo e Colussi (2017) Unidades de análise: municípios brasileiros com equipes da ESF	DEA VRS com orientação para os produtos.	Modelo 1: Número de médicos AB; Número de enfermeiros AB; Número de unidades básicas de saúde com sala de vacinação; Número de unidades básicas de saúde com sonar ou pinar. Modelo 2: Número de médicos da AB; Número de enfermeiros da AB; Número de unidades básicas de saúde.	Modelo 1: Número de visitas domiciliares realizadas pelo médico e enfermeiro da AB; Número de consultas de atendimento pré-natal realizado por médico ou enfermeiro na AB; Número de consultas ou atendimentos individuais realizados por enfermeiro AB; Número da 3ª dose aplicada de vacinas tetra e pentavalente. Modelo 2: Percentual de nascidos vivos com peso normal ao nascer; Percentual de internação por causas não sensíveis à atenção primária

Fonte: Elaborado pela Autora.

Um outro grupo de estudos empíricos de avaliação de desempenho em saúde com a aplicação da DEA e da regressão para verificação do efeito de variáveis ambientais (ou não discricionárias) sobre os escores de eficiência está resumido no Quadro 3.2.

Os trabalhos apresentados nesta seção de referencial teórico e sintetizados nos Quadros 3.1 e 3.2 são importantes para o desenvolvimento das modelagens de análise de eficiência nesta pesquisa em relação à seleção de variáveis para os modelos considerando a disponibilidade nos bancos de dados públicos. A maior parte dos estudos apresentados selecionou as suas variáveis de insumos, produtos e ambientais (ou não discricionárias) considerando essa disponibilidade.

Os insumos utilizados pelos trabalhos sintetizados podem, de maneira geral, ser categorizados como sendo relacionados a trabalho, capital e recursos disponíveis medidos em unidades físicas ou em termos financeiros.

Sendo assim, os insumos mais utilizados foram o número de médicos, enfermeiros e outros profissionais de saúde e de áreas de apoio, número de horas trabalhadas e total de recursos financeiros aplicados na função saúde.

Considerando a dificuldade em medir os desfechos (*outcomes*) em saúde (Pelone et al., 2015), os estudos adotaram como produtos, medidas das atividades próprias da atenção primária (por exemplo, ações de saúde como o número de consultas domiciliares, o número de exames, a produção ambulatorial, o número de imunizações etc) como medidas de resultados intermediários. Nos estudos sintetizados o produto mais usado foi o número de consultas/atendimentos por médicos e/ou enfermeiros com diferentes finalidades.

Outra categoria de produtos utilizados foram os relacionados a um resultado em saúde como taxas de mortalidade e de internações hospitalares por condições que possam ser tratadas pela atenção primária conforme resumido no Quadro 3.2 já mencionado.

Nos estudos com a aplicação do segundo estágio da DEA, os insumos não discricionários tais como fatores socioeconômicos ou ambientais, mais utilizados foram a densidade populacional, o Produto Interno Bruto (PIB) e as porcentagens da população residente segundo diferentes faixas etárias.

Quadro 3.2 - Resumo dos estudos de avaliação de desempenho com aplicação da DEA em dois estágios.

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos	Variáveis ambientais (ou não discriminatórias)
Mitropoulos, Kournetas e Mitropoulos (2016) Unidades de análise: 152 centros de saúde primários (CSP) na Grécia	DEA VRS com orientação para os insumos.	Modelo de produção: Nº de médicos, de enfermeiros, de pessoal administrativo e o de paramédicos; Nº de serviços de prática familiar, atendimento odontológico ou pediátrico. Modelo econômico: Despesas com recursos humanos; Despesas com o custo operacional.	Para os dois modelos: Nº de exames médicos agendados e de emergência; Nº de testes laboratoriais radiográficos; Nº de vacinações; Nº de pacientes transferidos para hospitais.	Densidade populacional; Taxa de crescimento populacional; Proporção de habitantes do setor agrícola; Localização dos CSP; Tamanho de acordo com a população coberta; Taxa de mortalidade; Tempo de operação em anos dos CSPs; Nº de unidades prestadoras de serviços de saúde existentes nas proximidades de cada CSP.
Ferreira, Marques e Nicola (2013) Unidades de análise: 22 Centros de Saúde pertencentes às regiões de Lisboa e Vale do Tejo em Portugal.	Três modelos DEA com orientações para os insumos, os produtos e um modelo não orientado (aditivo).	Modelo 1 (Medicina): Horas trabalhadas dos médicos; Modelo 2 (Enfermagem): Horas trabalhadas das enfermeiras; Modelo 3 (Global): Horas trabalhadas dos médicos, das enfermeiras e pela equipe administrativa; Modelo 4 (Global com custos totais): Horas trabalhadas dos médicos; Horas trabalhadas das enfermeiras e os Custos totais.	Modelo 1 (Medicina): Nº de consultas de saúde de adultos; Nº de consultas especializadas; Nº de consultas de urgência e o Nº de visitas domiciliares por médicos; Modelo 2 (Enfermagem): Nº de sessões de educação em grupo; Número de consultas por enfermeiros; Nº de injeções, vacinas, curativos e outros tratamentos; Nº de visitas domiciliares por enfermeiros; Modelo 3 (Global): Nº total de consultas; Nº total de serviços de enfermagem e o Nº total de atividades de saúde pública; Modelo 4 (Global com custos totais): mesmas do Modelo 3	Densidade populacional; Porcentagem de pacientes com 65 anos ou mais; Taxa de mortalidade; Porcentagem de pacientes sem um médico designado; Distância até o hospital mais próximo; Poder aquisitivo da população.
Afonso e Aubyn (2011) Unidades de análise: países membros da OCDE.	DEA VRS com orientação para os produtos	Número de médicos; Número de enfermeiros; Número de leitos de cuidados agudos por mil habitantes; Número de imagens de ressonância magnética.	Expectativas de vida e de mortalidade infantil; Indicador de anos potenciais de vida perdidos reportado pela OCDE	PIB <i>per capita</i> ; Percentual da população com o ensino superior; Percentual da população obesa Percentual da população fumante.

Continuação

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos	Variáveis ambientais (ou não discricionárias)
Deidda, Lupiáñez-Villanueva, Codagnone e Maghiros (2014) Unidades de análise: 133 Centros de Atenção Primária na Região Basca da Espanha.	DEA VRS com orientação para os insumos.	Número de clínicos gerais; Número de enfermeiros; Número total de prescrições de cada centro.	Número de consultas realizadas por clínicos gerais; Número de consultas realizadas por enfermeiros; Número médio de notas por paciente dentro dos Registros Eletrônicos de Saúde.	Índice de mortalidade; Percentual de pacientes acima de 65 anos.
Ramírez-Valdivia, Maturana e Garrido (2011) Unidades de análise: 259 municípios (rurais e urbanos) do Chile	DEA VRS com orientação para os produtos.	Modelo I: custo anual do pessoal médico; Modelo II: o custo anual do pessoal médico, dos serviços para o gerenciamento e para manutenção das unidades de saúde por município; Modelo III: a variável do modelo I mais o custo anual da farmácia; Modelo IV: as três variáveis dos outros modelos juntos.	Número anual de consultas médicas realizadas; Número anual de visitas para check up (relacionada a cuidados preventivos).	Tipo de administração; Taxa de gestão anual das reuniões e/ou atividades; Taxa de saúde anual; Proporção de recursos financeiros investidos em incentivos e programas de treinamento para recursos humanos; Proporção de gastos com recursos financeiros da atenção primária em infraestrutura; Proporção de computadores interconectados; Uso ou não de um sistema de informações contábeis de saúde; Uso ou não de um sistema de informação de farmácia; Proporção de áreas rurais, urbanas e outras unidades de saúde pública; Quantidade de laboratórios administrados pelo município. Taxa de encaminhamentos anuais para especialistas; Taxa anual de visitas domiciliares; Distância até o hospital de referência mais próximo; Proporção de exames preventivos realizados anualmente; Proporção de habitantes com < seis anos; Proporção de habitantes > 65 anos; Índice de pobreza e a densidade populacional

Continuação

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos	Variáveis ambientais (ou não discricionárias)
Hsu (2013) Unidades de análise: 46 países na Europa e Ásia Central para o período de 2005 a 2007.	DEA VRS com orientação para os produtos.	Total dos gastos com saúde <i>per capita</i>	Expectativa de vida ao nascer (anos); Inverso da taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos); N° de imunizações contra o sarampo (% de crianças de 12 a 23 meses)	Densidade demográfica; PIB <i>per capita</i> ; N° de leitos hospitalares (por 1000 habitantes); Média de anos de escolaridade (15 anos ou mais).
Sun, Ahn, Lievens e Zeng (2017) Unidades de análise: sistemas nacionais de saúde de 173 países usando dados longitudinais referentes aos período de 2004 a 2011	DEA VRS com orientação para os insumos.	Gasto <i>per capita</i> com saúde	Taxa de mortalidade infantil; Taxa de mortalidade de menores de 5 anos; Expectativa de vida.	Renda nacional bruta (RNB) <i>per capita</i> ; Prevalência de HIV/AIDS entre 15 e 49 anos; Porcentagem da população em área urbana.
Varela, Martins e Fávero (2012) Unidades de análise: 599 municípios do estado de São Paulo	DEA VRS com orientação para os produtos.	Total das despesas pagas com a subfunção de cuidados de saúde primários.	N° de procedimentos realizados por Enfermagem e outros procedimentos de saúde (em nível médio); N° de ações médicas básicas; N° de ações básicas em odontologia; N° de ações executadas por outros profissionais (nível superior); N° de pessoas cadastradas pelo Programa Saúde da Família; N° de pessoas cadastradas pelo Programa de Agentes Comunitários de Saúde.	Percentual da população urbana em relação à população total; Percentual da população com idade entre 0 e 18 anos; Percentual da população com idade de 60 anos ou mais; Relação entre o total da população e a área do município; População dividida pela quantidade de estabelecimentos que prestam serviços de atenção básica; Percentual de aplicação de recursos próprios aplicados em saúde (EC 29/2000).

Conclusão

Autores/Ano/DMU/País	Especificações da técnica de análise	Insumos	Produtos	Variáveis ambientais (ou não discricionárias)
<p>Silva e Queiroz (2018)</p> <p>Unidades de análise: municípios do Rio Grande do Norte</p>	<p>DEA VRS com orientação para os produtos.</p> <p>Índice de Malmquist</p>	<p>Modelo 1: Total de recursos financeiros públicos destinados as ações e serviços de saúde em termos <i>per capita</i>.</p> <p>Modelo 2: As variáveis referentes a estrutura e aos recursos humanos utilizadas como produto no primeiro modelo.</p>	<p>Modelo 1: Nº de unidades de saúde; Nº de equipamentos utilizados na atenção básica, média e alta complexidade; Nº de leitos nas unidades de saúde municipais; Nº de médicos clínicos e de enfermeiros; Taxa de cobertura do PSF Cobertura vacinal; Nº de procedimentos ambulatoriais</p> <p>Modelo 2: Inverso das taxas de mortalidade infantil e da taxa de mortalidade geral; Taxa de cobertura do PSF; Nº de procedimentos ambulatoriais; Taxa de nascidos vivos.</p>	<p>Características do prefeito: idade, escolaridade e a coligação partidária; IDHM nas dimensões educação e saúde; Índices de Gini; Proporção de pobres.</p>
<p>Cabral, Ferreira, Batista e Cerqueira (2019)</p> <p>Unidades de análise: municípios do estado de Minas Gerais.</p>	<p>DEA CRS com orientação para os produtos.</p>	<p>Recursos financeiros federais destinados a atenção primária à saúde; Nº de agentes comunitários de saúde; Nº de unidades básicas de saúde; Nº de equipes da ESF.</p>	<p>Nº de gestantes com mais de 20 anos de idade; Nº de nascidos vivos cujas mães realizaram ≥ 7 consultas de pré-natal; Taxa média de cobertura vacinal; Proporção de internações hospitalares por condições não sensíveis à atenção ambulatorial na população de 1 a 5 anos; Proporção de internações hospitalares por condições não sensíveis à atenção ambulatorial na população com 60 anos ou mais.</p>	<p>Valor <i>per capita</i> do bolsa família; Receita líquida <i>per capita</i> dos municípios; Taxa de analfabetismo; População urbana; População com > 65 anos; População com < 5 anos; Densidade populacional; Número de domicílios com banheiro e esgoto coletado, com coleta de lixo e com abastecimento de água por rede geral.</p>

Fonte: Elaborado pela autora

As variáveis para o presente estudo foram selecionadas com base nos estudos relacionados e na sua disponibilidade nos bancos de dados públicos para o período de análise em três modelos empíricos de análise.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando o problema de pesquisa e os objetivos apresentados, este capítulo descreve as etapas metodológicas percorridas, iniciando pela natureza e o método da pesquisa, seu universo, os métodos e técnicas de análise utilizados bem como a definição das variáveis e dos indicadores.

4.1 Questão de pesquisa, natureza e método de pesquisa

O ponto de partida para a definição dos aspectos metodológicos deste trabalho foi a busca pela resposta à pergunta proposta: como a avaliação de desempenho da gestão municipal de saúde pode contribuir para a melhoria da oferta de serviços da atenção básica no estado do Amazonas?

Para alcançar uma resposta adequada, a abordagem adotada foi a pesquisa quantitativa. Seu enfoque é sequencial e comprobatório, seguindo um processo estruturado e baseando-se na análise estatística para estabelecer os padrões (Sampiere, Collado, & Lúcio, 2013, p. 30).

Este estudo foi de natureza aplicada, pois teve o propósito de gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problema específicos (Prodanov & Freitas, 2013).

Sampiere et al. (2013, p. 102) definem os estudos descritivos como sendo aqueles que buscam especificar as características e os traços importantes de qualquer processo ou grupos, ou qualquer outro tipo de fenômeno que esteja sob análise.

Sendo assim, sob o ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa foi descritiva de corte longitudinal pois procurou especificar características importantes sobre o desempenho da gestão municipal na prestação de serviços de atenção básica à saúde em municípios amazonenses no período de 2010 a 2014.

O desempenho da atenção básica em saúde nos municípios do estado do Amazonas foi avaliado usando uma abordagem em múltiplas etapas fazendo uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) como técnica principal.

A análise da eficiência servirá de base para a avaliação do desempenho da atenção básica à saúde pois possibilita o estabelecimento de referências (*benchmarks*) que podem contribuir para a melhoria da produtividade.

Os modelos para avaliação da eficiência em saúde, em geral, envolvem múltiplas entradas (*inputs*) que são convertidas em múltiplas saídas (*outputs*) pelas Unidades Tomadoras

de Decisão (*Decision Making Units* – DMU). A medição da eficiência possibilita determinar quão bem os recursos são usados para produzir as saídas desejadas.

Para as análises, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel e submetidos a análise estatística exploratória no programa STATA versão 16. Para a análise da regressão foi utilizado o programa R na versão 3.6.3.

Para a execução da Análise Envoltória de Dados (DEA) foi utilizada a versão 3.0 do programa Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), desenvolvido pela Universidade Federal Fluminense – UFF (Meza, Neto, & Ribeiro, 2005).

Os escores de eficiências obtidos no primeiro estágio da DEA foram usados como variável dependente num modelo de regressão em painel no segundo estágio. Os resultados da aplicação da DEA em dois estágios serviram de base para responder aos dois primeiros objetivos específicos.

Para responder ao terceiro objetivo específico, foi determinado o Índice de Produtividade de Malmquist para avaliar o desempenho ao longo do período analisado.

Foram utilizados dados secundários levantados nos bancos de dados do DATASUS, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os dados financeiros dos municípios junto ao Fundo Nacional de Saúde (FNS).

4.2 Universo da pesquisa

Neste estudo, o universo da pesquisa foi formado por todos os 62 municípios do Estado do Amazonas. O estado do Amazonas, situado na região Norte do país, é o maior em área territorial e o que apresenta um dos mais baixos índices de densidade demográfica, 2,23 hab/km², segundo o Censo de 2010.

Os municípios foram adotados como unidades de análise considerando o fato de serem os responsáveis dentro do Sistema Único de Saúde (SUS) pelos serviços de atenção básica.

O período de 2010 a 2015 foi definido inicialmente estabelecido para a análise, considerando os anos mais recentes com dados disponíveis para as variáveis selecionadas, entretanto, considerando a quantidade de dados faltantes para o ano de 2015 ele foi desconsiderado.

4.3 Modelos de análise, seleção de variáveis, fontes e coleta de dados

O processo de decisão sobre quais modelos empíricos, variáveis e dados poderiam ser empregados na pesquisa foi conduzido de forma simultânea e interdependente. Assim, a escolha das variáveis que foram utilizadas no primeiro estágio da DEA como insumos (*inputs*), como produtos (*outputs*) e as ambientais (ou não discricionárias) para o segundo estágio foi conduzida com base na revisão da literatura nacional e internacional, que avaliaram a eficiência de sistemas de saúde e, em específico, os serviços de atenção básica a saúde apresentada e discutida no Capítulo 3 do trabalho.

Também foi considerada e analisada, de forma conjunta, a disponibilidade dessas variáveis nos bancos de dados de acesso público do DATASUS, IBGE e FNS já referenciados dentro do período de pesquisa definido.

A modelagem DEA permite flexibilidade na escolha dos insumos e produtos. Entretanto, quanto maior o número dessas variáveis incluídas no modelo, menor o nível de discriminação da técnica, ou seja, menor será a capacidade de ordenar as DMUs pelas eficiências dada a tendência de muitas delas ficarem na fronteira (Dyson et al., 2001).

Como regra prática para avaliar essa relação entre a quantidade de DMUs e de variáveis envolvidas, os autores sugerem que o número de DMUs seja pelo menos duas vezes o produto entre a quantidade de insumos e a de produtos.

Há ainda uma outra regra definida em Cooper, Seiford e Zhu (2011), chamada de *rule of thumb*, segundo a qual o número de DMUs deve ser igual ou maior ao valor de máximo do intervalo dado por $\{3(m + s); (m \times s)\}$ onde m e s são as quantidades de insumos e produtos respectivamente. Os autores salientam que essa regra não tem base estatística podendo ser observada apenas como um indicador conveniente para a relação entre o número de DMUs e o de variáveis de insumo e produto.

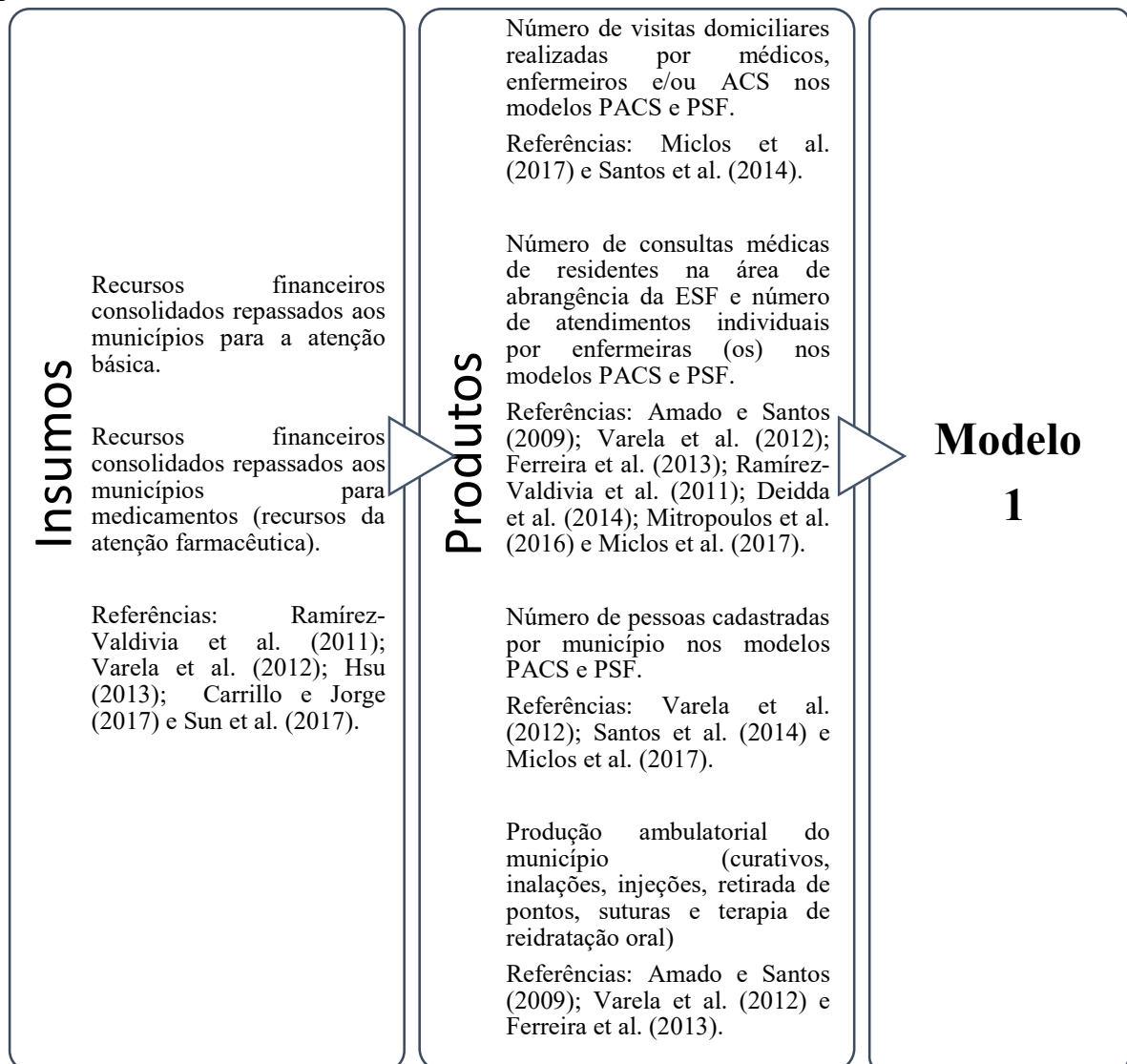
A maioria dos estudos, analisados para a construção do referencial teórico da pesquisa, apresentou mais de um modelo empírico DEA. Sendo assim e visando a avaliar o desempenho da atenção básica à saúde em relação a vários aspectos ou dimensões, esta pesquisa desenvolveu três modelos empíricos DEA, enfatizando, como descritos a seguir, as análises sob os aspectos ou impactos dos recursos financeiros (Modelo 1), dos recursos humanos e da estrutura física (Modelo 2) e das ações e gestão (considerando também os recursos humanos e estruturas físicas) sobre os resultados em saúde (Modelo 3).

4.3.1 Seleção das variáveis para a DEA

Na Figura 4.1 foram resumidas as variáveis definidas como insumos e como produtos para o Modelo 1 de análise selecionadas a partir dos trabalhos empíricos identificados no levantamento da literatura para o trabalho.

Os insumos utilizados foram os recursos financeiros (valores consolidados) transferidos pelo Fundo Nacional de Saúde (FNS) na modalidade Fundo a Fundo para os municípios para aplicação nas ações e serviços da Atenção Primária e Assistência Farmacêutica.

Figura 4.1 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 1 e suas referências.



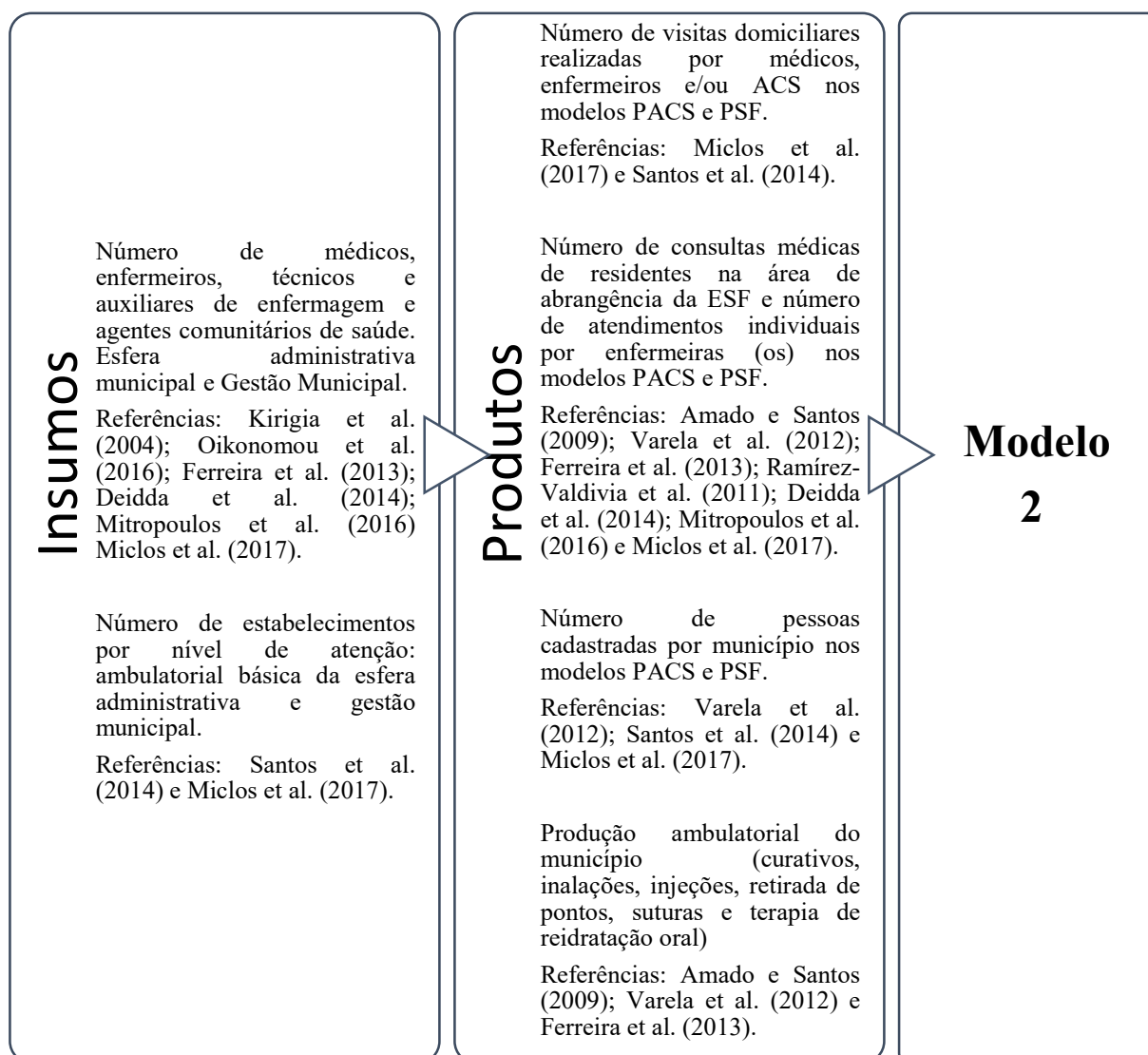
Fonte: Elaborado pela Autora.

Como produtos, foram utilizados o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários de saúde, o número de consultas médicas e de atendimentos individuais por enfermeiras (os), o número de pessoas cadastradas por município

e a produção ambulatorial do município (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) todas considerando os modelos PACS e PSF.

Para o Modelo 2 de análise, as variáveis consideradas como insumos, bem como os produtos também identificadas no levantamento da literatura para o trabalho foram resumidas na Figura 4.2.

Figura 4.2 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 2 e suas referências.



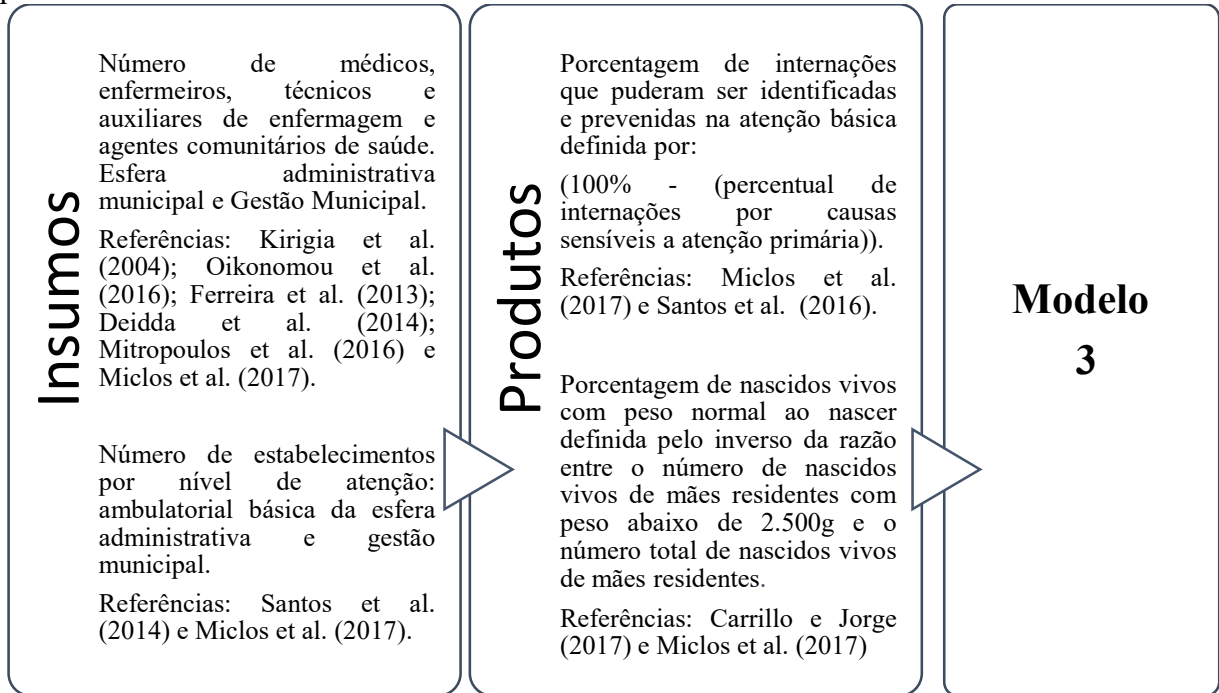
Fonte: Elaborado pela Autora.

No modelo 2, foram utilizados como insumos os recursos humanos e de estrutura física sob gestão dos municípios. Como uma proxy para os recursos humanos envolvidos foi considerado o número de médicos, enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem e de agentes comunitários de saúde e para a estrutura física o número de estabelecimentos que

prestam os serviços de atenção ambulatorial básica sob a gestão municipal. Os produtos considerados nesse modelo foram os mesmos do Modelo 1 e apresentadas na Figura 4.1.

Finalmente, para o Modelo 3 de análise as variáveis consideradas como insumos foram as mesmas do Modelo 2. Os insumos e os produtos utilizados estão resumidos na Figura 4.3.

Figura 4.3 - Descrição das variáveis consideradas como os insumos e produtos selecionados para o Modelo 3 e suas referências.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Os produtos adotados para o Modelo 3 foram a porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica definida pela expressão 4.1:

$$(100\% - (\text{percentual de internações por causas sensíveis à atenção primária})) \quad (4.1)$$

e a porcentagem de nascidos vivos com peso normal ao nascer definida pela expressão 4.2

$$\left(100\% - \left(\frac{\text{n}^\circ \text{ de nascidos vivos de mães residentes com peso abaixo de 2.500g}}{\text{total de de nascidos vivos de mães residentes}} \times 100\right)\right) \quad (4.2)$$

Para a aplicação da DEA, visando a homogeneidade entre as variáveis, elas foram manipuladas para mostrar o valor em termos de *per capita* com exceção para os produtos do Modelo 3 por se tratar de percentuais.

Algumas das referências, na revisão da literatura, para o uso dessa transformação foram Hsu (2013), Carrillo e Jorge (2017), Sun et al (2017), Silva e Queiroz (2018) e Cabral et al. (2019).

4.3.2 Seleção das variáveis para a regressão

Para o ajuste da regressão na segunda etapa da análise, as variáveis ambientais (ou não discricionárias) selecionadas também foram selecionadas considerando a revisão da literatura feita para este estudo e a disponibilidade delas.

Uma variável não discricionária ou ambiental ou exógena é definida como um fator que pode influenciar a eficiência de uma DMU, mas não é um insumo tradicional e é assumido que estar fora do controle do gerente (Cordero-Ferrera, Crespo-Cebada, & Murillo-Zamorano, 2011; Huguenin, 2015).

O Quadro 4.1 resume as variáveis escolhidas, suas fontes de referência e suas expectativas teóricas.

Quadro 4.1 - Variáveis ambientais selecionadas para o ajuste de regressão com suas expectativas teóricas e referências.

Variável	Expectativa Teórica	Referências
Densidade populacional (habitantes/km ²)	+	Ramírez-Valdivia et al. (2011); Varela et al. (2012); Hsu (2013); Ferreira et al. (2013); Mitropoulos et al. (2016);
PIB <i>per capita</i> por município	+	Afonso e Aubyn (2011); Hsu (2013); Sun et al. (2017)
Índice de Desenvolvimento Municipal Geral (IDHM) nas dimensões Emprego e Renda, Educação e Saúde (Censo 2010).	+/-	Silva e Queiroz (2018)
Percentual da População residente com 65 anos ou mais por município	-	Ramírez-Valdivia et al. (2011); Varela et al. (2012); Ferreira et al. (2013); Deidda et al. (2014);
Percentual da População residente com até 19 anos por município	-	Varela et al. (2012);
Renda Média Domiciliar <i>per capita</i> por município (Censo 2010)	+	Ferreira et al. (2013);
Distância (km) entre os municípios e a capital Manaus	-	Ramírez-Valdivia et al (2011); Ferreira et al (2013);
Número de domicílios com abastecimento de água, de acordo com a classificação do IBGE (Censo 2010)	+	Cabral et al. (2019).
Número de domicílios de acordo com o destino dado ao lixo do domicílio: coletado por serviço, empresa pública ou particular (Censo 2010).	+	
Número de domicílios que possuem energia elétrica, mesmo que o fornecimento não seja contínuo ou que a instalação não seja regularizada (ligação clandestina, "gato", "gambiarra") (Censo 2010).	+	
Número de domicílios de acordo com o destino dado às fezes e urina do domicílio. Esgoto: sistema de esgoto (rede geral) - fezes e urina são canalizadas para o sistema de esgoto (rede pública geral); fossa: qualquer tipo de fossa. (Censo 2010)	+	

Variável	Expectativa Teórica	Referências
Taxa de Analfabetismo - Percentual de pessoas com 15 anos ou mais de idade que não sabem ler e escrever pelo menos um bilhete simples, no idioma que conhecem, na população total residente da mesma faixa etária, em determinado espaço geográfico, no ano considerado (Censo 2010).	+	Cabral et al. (2019).
Proporção (%) da população residente com renda domiciliar mensal <i>per capita</i> de até meio salário-mínimo, em determinado espaço geográfico, no ano considerado (Censo 2010).	-	Silva e Queiroz (2018); Cabral et al. (2019)
Taxa de Urbanização do município: % da população da área urbana em relação à população total (Censo 2010)	+	Ramírez-Valdivia et al (2011); Varela et al (2012); Sun et al. (2017).

Fonte: Elaborado pela Autora.

4.4 Modelagem DEA - procedimentos metodológicos

A Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica introduzida pelo trabalho de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) que faz uso de programação linear não paramétrica para desenvolver uma fronteira de eficiência pela otimização da proporção ponderada de saídas/entradas de diferentes Unidades de Decisão Gerencial (*Decision Making Units - DMUs*).

A DEA é uma metodologia direcionada às fronteiras, uma linha ótima de eficiência, e não às tendências centrais (Cooper et al., 2011, p. 2). Segundo os autores, uma DMU deve ser classificada como totalmente eficiente se, e somente se, o desempenho de outras DMUs não evidenciar que alguns de seus insumos ou produtos podem ser melhorados sem degradar alguns de seus outros insumos ou produtos (eficiência relativa).

Pode-se entender a eficiência (*efficiency*) como a medida da relação entre insumos (*inputs*), como custos sob a forma de trabalho ou equipamentos, e produtos (*outputs*) intermediários (números de pacientes atendidos e tempo de espera para consulta por exemplo) ou impactos (*outcomes*) finais de saúde (número de vidas salvas e anos de vida ganhos) (Palmer & Torgerson, 1999). O propósito é a otimização da utilização dos recursos relacionando-se dessa forma com os meios e não com os fins.

Para atender as necessidades de gestores, pesquisadores e formuladores de políticas da área da saúde, os economistas desenvolveram três medidas principais de eficiência (Worthington, 2004): a eficiência técnica (*technical efficiency*), a eficiência alocativa (*allocative efficiency*) e a eficiência produtiva (*productive efficiency*) ou eficiência econômica total (*total economic efficiency*).

A eficiência técnica traduz a produção da quantidade máxima de produtos (*outputs*) dada uma quantidade determinada de insumos (*inputs*), ou a produção de uma quantidade

determinada de produtos (*outputs*) com uma quantidade mínima de insumos (*inputs*) (Hollingsworth, 2008).

A eficiência técnica trata da relação física entre os recursos (capital ou trabalho) e os resultados (*outcomes*) em saúde (Palmer & Torgerson, 1999). Para os autores, os resultados em saúde podem ser definidos em termos de saídas intermediárias (o número de pacientes tratados ou o tempo de espera para atendimento) ou um desfecho final em saúde como menor taxa de mortalidade por exemplo.

Já a eficiência alocativa (*allocative efficiency*) diz respeito ao alcance da combinação certa de programas de saúde para maximizar a saúde da sociedade e é alcançada quando os recursos são alocados de forma a maximizar o bem-estar da comunidade (Palmer & Torgerson, 1999). Em outras palavras, a eficiência alocativa está relacionada à escolha entre as diferentes combinações tecnicamente eficientes de insumos usados para produzir as saídas máximas possíveis (Worthington, 2004).

Essas duas medidas combinadas traduzem a capacidade da saúde alcançar máximos produtos ao menor custo e é denominada de eficiência total (*overall efficiency*) ou eficiência econômica total (*total economic efficiency*). Sendo assim, na medida em que a ineficiência alocativa ou técnica esteja presente, a organização operará com uma eficiência econômica menor que a total.

A DEA permite a otimização individual de cada uma DMU em relação as demais de modo a formar uma fronteira de eficiência definida pelo nível máximo de produção para um nível determinado de insumo. As DMUs que fiquem fora da fronteira ideal são consideradas ineficientes.

A projeção das DMUs ineficientes para chegar à fronteira pode ser medida por meio de modelos orientados para a maximização de produtos ou para a minimização de insumos.

Na orientação para insumos (*input orientation*) é pressuposto que os gerentes de serviços de saúde tenham mais controle sobre as entradas do que sobre o número de pacientes que chegam para consultas ambulatoriais ou admissões por exemplo (Ozcan, 2014, p. 23).

No entanto, para os autores, o argumento inverso pode ser adotado, significando que a ênfase seria maximizar os resultados, considerando sua capacidade de insumos, para aumentar a eficiência da DMU o que é chamado de orientação para saída (*output orientation*).

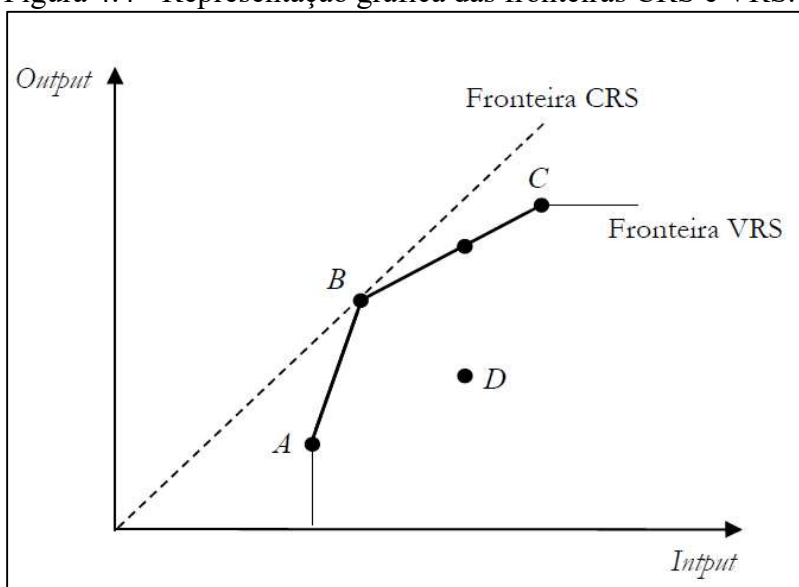
O modelo inicial de fronteira básica foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e, usando as iniciais dos sobrenomes dos desenvolvedores, designado como modelo CCR. Foi desenvolvido para uma análise com retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale* - CRS) quando os insumos aumentam ou diminuem na mesma proporção dos produtos.

Esse modelo inicial foi posteriormente estendido por Banker, Charnes e Cooper (1984) para acomodar as tecnologias que exibem retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* - VRS), quando os insumos são multiplicados por um fator e os produtos podem seguir qualquer comportamento em relação a esse fator.

Seguindo a mesma lógica da abreviatura do modelo inicial, foi designado como modelo BCC. Esses dois modelos são chamados de modelos clássicos da DEA.

A Figura 4.4 ilustra as fronteiras geradas pelos dois modelos clássicos CCR e BCC para quatro DMUs cada uma com um insumo e um produto.

Figura 4.4 - Representação gráfica das fronteiras CRS e VRS.



Fonte: Adaptado de Cooper, Seiford e Tone (2007).

A fronteira eficiente do modelo CCR está indicada pela linha pontilhada que passa por B a partir da origem e a fronteira do modelo BCC é formada pelas semirretas que conectam as DMUs A, B e C. A DMU D está abaixo da fronteira sendo, portanto, definida como ineficiente.

De modo a maximizar a eficiência, esses dois modelos podem ser delineados considerando duas formas básicas, quais sejam, a orientação para insumos (*input orientation*) ou a orientação para saída (*output orientation*).

O valor de eficiência determinado pelo modelo CCR é a “eficiência técnica geral” enquanto o valor da eficiência calculado pelo modelo BCC é a “eficiência técnica pura”. A eficiência de escala (*scale efficiency*) pode ser obtida pela divisão entre a eficiência técnica geral e a eficiência técnica pura.

Uma das características interessantes da DEA é que ela permite que cada unidade identifique um grupo de benchmarking, ou seja, um grupo de unidades que estão seguindo os mesmos objetivos e prioridades, mas apresenta um desempenho melhor.

Para Amado e Dyson (2009) existem várias razões distintas que tornam o uso da DEA adequada para uso na avaliação de desempenho em atenção primária à saúde:

1. A técnica pode lidar com a existência de várias entradas e saídas não mensuráveis, sem exigir preços unitários para cada uma delas;
2. Usa todos os dados disponíveis para construir uma fronteira empírica de melhores práticas, na qual cada ponto de produção não ótimo é comparado;
3. Em contraste com as técnicas paramétricas como a SFA, a DEA não exige a especificação da forma funcional que liga as entradas às saídas;
4. O desempenho das unidades pode ser avaliado usando várias orientações alternativas para a fronteira de melhores práticas dependendo do contexto do estudo.

Já como desvantagens é possível relacionar que seus resultados são: altamente sensíveis a observações discrepantes (outliers), insensíveis ao ruído estatístico e a medição da eficiência comparativa baseia-se na suposição de que algumas DMUs devem ser perfeitamente eficientes (Ramírez-Valdivia et al., 2015).

No presente trabalho, para a análise dos dados, foi definido o modelo DEA-BCC orientado para as saídas (*output orientation*) considerando que os serviços públicos de saúde devem oferecer o máximo de produtos e serviços possíveis.

Para uma representação geral do modelo BCC orientado para as saídas, considere N DMUs que produzem I diferentes produtos utilizando K diferentes insumos, de modo que y_{in} representa a quantidade do produto i e x_{kn} representa a quantidade de insumo k para a unidade n. O escore de eficiência é definido por θ_n e w_j com $j = 1, \dots, N$ são os pesos relativos a cada uma das DMUs da amostra.

Então as medidas de eficiência do modelo orientado para as saídas para a n-ésima DMU pode ser escrito com a seguinte representação geral conforme expressão 4.3:

$$\text{Maximizar } \theta_n \quad (4.3)$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$\sum_{j=1}^N w_j y_{ij} - \theta_n y_{in} \geq 0, \forall i$$

$$\sum_{j=1}^N w_j x_{kj} - x_{kn} \leq 0, \forall j$$

$$\sum_{j=1}^N w_j = 1$$

$$w_j \geq 0 \quad \forall_j$$

Onde a primeira restrição indica que, para cada um dos produtos, a média ponderada de todas as unidades consideradas não deve ser inferior à quantidade produzida pela unidade n ponderada pelo seu escore θ_n .

A segunda restrição diz que, para cada um dos insumos, a média ponderada de todas as unidades não deve ser superior à quantidade utilizada pela unidade n .

Já a terceira restrição faz referência à hipótese de retornos de escala variáveis e a quarta é relativa à não negatividade dos pesos.

Para a n -ésima DMU, o escore θ_n medirá a distância entre essa unidade e a fronteira eficiente. Esse escore, num modelo orientado para as saídas, quando igual a 1 vai indicar que a DMU está localizada na fronteira e se maior que 1 indicará que a unidade estará abaixo da fronteira.

4.4.1 Procedimento para discriminação entre DMUs eficientes

Considerando a possibilidade de que várias DMUs apresentem o mesmo valor de eficiência relativa máxima (100%), há na literatura um conjunto de técnicas que possibilitam estabelecer um ranqueamento entre essas unidades

A falta de discriminação entre DMUs eficientes pode acontecer em casos em que a quantidade de DMUs não é grande em relação à quantidade de variáveis utilizadas, mas pode ocorrer também fora desse cenário (Meza & Cunha, 2006).

Meza e Lins (2002) fizeram uma revisão dos métodos para ranqueamento das DMUs eficientes e classificaram os métodos entre os que demandam informações a priori fornecidas por especialistas e/ou tomadores de decisão para refinar a análise (restrições de peso, estrutura de preferências e análise de eficiência de valor) e um outro grupo que não considera tal demanda (supereficiência, avaliação cruzada e programação linear com vários objetivos).

Os autores verificaram que os métodos do segundo grupo são preferíveis uma vez que as informações a priori podem ser imprecisas ou carregar o viés de seleção.

Já o trabalho de Lotfi et al. (2013) classificou os métodos de ranqueamento em sete grupos: a) ranqueamento baseado na matriz de eficiência cruzada (*cross-efficiency matrix*); b) ranqueamento baseado nos pesos ótimos obtidos a partir do modelo multiplicador da técnica DEA; c) ranqueamento baseado na supereficiência (*super-efficiency*); d) ranqueamento baseado

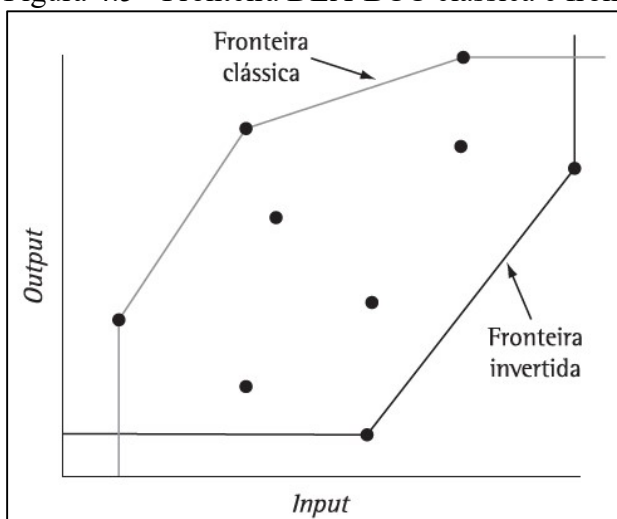
em *benchmarking*; e) ranqueamento baseado em técnicas estatísticas multivariadas; f) ranqueamento baseado em técnicas de decisão multicritério e, g) outros métodos diferentes de classificação das unidades.

Um outro método para melhorar a discriminação entre as DMUs é chamado de fronteira invertida (*inverted frontier*) (Entani, Maeda, & Tanaka, 2002).

Este método mede a ineficiência de uma DMU a partir de uma fronteira construída com base na troca de posição dos insumos com os produtos utilizados na formação da fronteira de eficiência pelo modelo inicial selecionado.

A fronteira invertida, Figura 4.5, é então formada pelas unidades com as piores práticas gerenciais de modo que as eficiências, nesse caso, podem ser analisadas como uma medida de ineficiência (Tschaflon & Meza, 2014).

Figura 4.5 - Fronteira DEA-BCC clássica e fronteira invertida.



Fonte: Tschaflon e Meza (2014).

Sendo assim, num estudo é possível obter, para cada DMU, uma avaliação na fronteira usando um modelo clássico e outra na fronteira invertida.

Para fazer a ordenação das DMUs é calculado então um índice de eficiência composto (E_k^{Comp}) que é determinado pela média aritmética normalizada entre a eficiência calculada com a fronteira padrão (E_{kk}) e a eficiência calculada com a fronteira invertida subtraída de 1 ($1 - E_{kk}^{-1}$), conforme expressão 4.4 (Mariano & Rebelatto, 2014):

$$E_k^{Comp} = \frac{\left[\frac{(E_{kk} + (1 - E_{kk}^{-1}))}{2} \right]}{\max_k \left[\frac{(E_{kk} + (1 - E_{kk}^{-1}))}{2} \right]}. \quad (4.4)$$

Segundo os autores, de acordo com o índice composto normalizado, a DMU mais eficiente será aquela que exibir uma boa performance nos seus pontos fortes avaliados pela eficiência na fronteira padrão e não exibir um bom desempenho nos seus pontos fracos que são mensurados com as eficiências da fronteira invertida subtraídos de 1 ($1 - E_{kk}^{-1}$).

4.4.2 Índice de Malmquist

O monitoramento do desempenho ao longo do tempo é essencial nas organizações de saúde (Ozcan, 2014, p. 93). Segundo os autores, o índice de produtividade de Malmquist é um método que oferece uma oportunidade de comparar o desempenho das unidades prestadoras de serviços de saúde de um período para outro.

O índice foi inicialmente sugerido pelo professor Sten Malmquist (1953) e posteriormente desenvolvido como um índice de produtividade no trabalho de Caves, Christensen e Diewert (1982). Finalmente, Färe, Grosskopf, Norris e Zhang (1994) propuseram como uma medida de desempenho Malmquist-DEA.

Medir o crescimento da produtividade envolve a separação das mudanças na produtividade pura (quantidade de insumos necessários para produzir um nível de produtos) das mudanças na eficiência relativa das DMUs ao longo do tempo.

O Índice de Malmquist (IM) é definido pela média geométrica de dois subíndices que são o índice de mudança tecnológica da fronteira (*frontier shift*) que observa o deslocamento da fronteira de eficiência entre dois períodos e o índice de mudança de eficiência técnica (*catch-up*) que observa o aumento ou redução da eficiência das DMUs entre dois períodos (Cook & Seiford, 2009).

Segundo os autores, um valor de *catch-up* maior que um indica aumento na eficiência do período 1 a 2, enquanto um valor igual ou menor que um, respectivamente, indicam nenhuma mudança e declínio na eficiência. Já um valor de *frontier-shift* maior que um indica progresso na tecnologia de fronteira em torno de uma DMU do período 1 a 2, enquanto valores igual e menor que um indicam, respectivamente, nenhuma mudança e declínio na tecnologia de fronteira.

O IM para o modelo DEA-BCC orientado para as saídas (*output orientation*) requer a resolução dos seguintes problemas de programação linear:

- a) Para o período t apresentado pela expressão 4.5:

$$\varphi_0^t(x_0^t, y_0^t) = \text{máximo } \varphi_0 \quad (4.5)$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$\sum_j \lambda_j x_{ij}^t \geq x_{i0}^t, i = 1, \dots, m$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj}^t \leq \varphi y_{r0}^t, r = 1, \dots, s$$

$$\sum_j \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 1 \forall i, j, r$$

φ_0 sem restrições

Onde y é um produto (*output*), x é um insumo (*input*), λ_j é a participação da DMU_j na meta da DMU₀ e φ_0 é o inverso da eficiência.

b) Para o período $t + 1$ apresentado pela expressão 4.6:

$$\varphi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1}) = \text{máximo } \varphi_0 \quad (4.6)$$

Sujeito às seguintes restrições:

$$\sum_j \lambda_j x_{ij}^t \geq x_{i0}^{t+1}, i = 1, \dots, m$$

$$\sum_j \lambda_j y_{rj}^t \leq \varphi y_{r0}^{t+1}, r = 1, \dots, s$$

$$\sum_j \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 1 \forall i, j, r$$

φ_0 sem restrições

De forma semelhante é possível obter $\varphi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)$ e $\varphi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})$.

Sendo assim, a formalização do índice partindo da abordagem utilizada no trabalho de Färe et al. (1994) onde uma medida da mudança da produtividade total é baseada na média geométrica de dois índices propostos por Caves et al. (1982), considerando uma abordagem orientada para o produto (*output based*) entre dois períodos diferentes t e $(t+1)$, é apresentada na expressão (4.7):

$$IM_0 = \left[\frac{\varphi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\varphi_0^t(x_0^t, y_0^t)} \times \frac{\varphi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\varphi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.7).$$

Onde IM_0 mede a variação da produtividade entre os períodos t e $t+1$.

Segundo Färe et al. (1994), uma forma equivalente de escrever (4.7) é dada pela expressão 4.8:

$$IM_0 = \frac{\varphi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\varphi_0^t(x_0^t, y_0^t)} \times \left[\left(\frac{\varphi_0^t(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})}{\varphi_0^{t+1}(x_0^{t+1}, y_0^{t+1})} \right) \left(\frac{\varphi_0^t(x_0^t, y_0^t)}{\varphi_0^{t+1}(x_0^t, y_0^t)} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.8)$$

Onde, segundo os autores, a razão fora dos colchetes é o índice que mede a mudança na eficiência técnica entre os períodos t e $(t + 1)$, ou seja, avalia se a produção observada está se aproximando (*catching up*) da potencial produção máxima (fronteira) e é chamado de efeito de emparelhamento (*catch-up effect*).

Já a média geométrica das duas razões dentro dos colchetes é o índice que captura a mudança técnica (progresso tecnológico) entre dois períodos nos níveis de entrada (*input levels*) x^t e x^{t+1} respectivamente. Essa mudança refere-se à geração de um produto superior mediante uma menor utilização dos insumos (progresso tecnológico) sendo também conhecida como deslocamento da fronteira eficiente (*frontier-shift effect*).

Melhorias na produtividade geram índices de Malmquist maiores que a unidade enquanto a deterioração no desempenho ao longo do tempo está associada a um índice de Malmquist menor que a unidade. Ainda, melhorias em qualquer um dos componentes do índice de Malmquist também estão associadas a valores maiores que a unidade desses componentes, e a deterioração está associada a valores menores que a unidade.

O índice de Malmquist foi determinado a partir dos escores de eficiência gerados nesta pesquisa pelo modelo DEA-BCC orientado para os produtos.

Considerando que o período de análise da pesquisa foi de cinco anos, de 2010 a 2014, foram determinados os índices de Malmquist para quatro biênios: 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 e 2013-2014.

Os índices de Malmquist foram gerados pela versão 2.1 do programa *Data Envelopment Analysis Program* (DEAP) desenvolvido por Tim Coelli (Coelli, 1996).

4.4.3 Análise de Agrupamento (Cluster Analysis)

De modo a permitir uma melhor compreensão para a discriminação entre os municípios após a análise dos resultados da DEA, foi aplicada uma Análise de Agrupamentos (*Clusters Analysis*) de modo a se obter agrupamentos das unidades analisadas (municípios).

A obtenção desses agrupamentos consiste em classificar uma amostra de entidades (indivíduos ou objetos) em um pequeno número de grupos mutuamente exclusivos baseados em similaridades entre eles (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2013).

Para realizar o agrupamento dos municípios (DMUs) foi aplicado o método não hierárquico k-médias (Jain, 2009) e definidos três grupos denominados de Médio, Médio-Alto e Alto para os três modelos de análise.

Com o objetivo de buscar uma compreensão para a discriminação dos três agrupamentos obtidos, o trabalho procedeu a testes de Mann-Whitney para encontrar possíveis associações dos agrupamentos com variáveis socioeconômicas e políticas. As variáveis selecionadas com base na revisão de literatura e na sua disponibilidade para o período avaliado foram: o IDHM Geral, IDHM na dimensão da Educação, o IDHM na dimensão do Emprego e Renda, o IDHM na dimensão da Saúde, densidade populacional (habitantes/km²), o PIB *per capita* por município (R\$), a renda média domiciliar *per capita* (R\$), o percentual da população residente no município com 65 anos ou mais, o percentual da população residente no município com até 19 anos, a taxa de analfabetismo do município, a taxa de urbanização do município, a distância (em km) dos municípios até a capital Manaus, a proporção da população residente com renda domiciliar mensal *per capita* de até meio salário-mínimo (proporção de pobres), o número de domicílios com serviço de abastecimento de água, o número de domicílios com serviço de coleta de lixo, o número de domicílios com serviço de energia elétrica e o número de domicílios com serviço de coleta de esgoto ou fossa séptica.

Essas variáveis foram as mesmas selecionadas para a segunda etapa da DEA descrita na sequência.

4.5 Modelagem de regressão em painel - procedimentos metodológicos

A aplicação da DEA pressupõe que as DMUs sejam comparáveis no sentido de que produzam as mesmas saídas usando os mesmos insumos considerando que estejam inseridas em contextos ambientais semelhantes. Para lidar com as situações nas quais as DMUs a ser comparadas estão inseridas em contextos ambientais distintos com relação a fatores geográficos, demográficos e peculiaridades locais por exemplo, o segundo estágio da DEA foi desenvolvido.

O estágio dois da DEA usa a regressão para relacionar os escores de eficiência com variáveis ambientais (exógenas, não discricionárias ou contextuais) que podem influenciar a eficiência (Hoff, 2007; McDonald, 2009).

A estimação dos efeitos das variáveis ambientais nos escores de eficiência pode fornecer valiosas informações para os formuladores de políticas que tem a possibilidade de, por meio de

normas, regulamentos e outras medidas políticas, influenciar o ambiente operacional externo (Johnson & Kuosmanen, 2012).

A análise de regressão é um método de modelagem que permite a avaliação da relação entre uma variável explicada (Y) e uma ou mais variáveis explicativas (X). A pontuação de eficiência obtida pela DEA no primeiro estágio torna-se a variável explicada neste segundo estágio da análise (Hoff, 2007).

O estudo de Ray (1991) foi um dos primeiros a aplicar DEA usando o método de estimação de mínimos quadrados ordinários (MQO) no segundo estágio para avaliar a eficiência técnica de escolas públicas (122 distritos escolares) do estado americano de Connecticut para o período de 1980 a 1981.

O método de estimação de mínimos quadrados ordinários, de maneira geral, é uma técnica de otimização cuja finalidade é tornar a soma dos quadrados das diferenças entre o valores estimados e os observados (resíduos) tão pequena quanto possível (Wooldridge, 2018, p. 27).

Considerando a característica truncada dos escores de eficiência contidos num intervalo fechado entre zero e um ($[0,1]$), a abordagem mais comumente empregada para modelar os escores DEA em relação a variáveis ambientais é a regressão Tobit. A regressão Tobit foi inicialmente introduzida pelo economista James Tobin e, segundo Amemiya (1984), ela tem base análoga à da regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) mas assume uma distribuição normal truncada ou censurada dos resíduos.

As abordagens MQO e Tobit foram exploradas em vários trabalhos empíricos como Varela et al. (2012), Ferreira et al. (2013) e Deidda et al. (2014).

Hoff (2007) comparou quatro abordagens diferentes para modelar os escores de eficiência da DEA em relação a variáveis ambientais num segundo estágio e concluiu que Tobit e MQO são equivalentes em desempenho. O autor, entretanto, argumenta que tanto um método quanto o outro pressupõem a adaptação de algumas das premissas básicas.

Já McDonald (2009) argumenta que os escores de eficiência gerados no primeiro estágio da DEA não são gerados por um processo de censura podendo ser tratados como dados de natureza limitada. Sob esse argumento, o autor considera que Tobit seria um procedimento de estimativa inadequado.

4.5.1 Modelagem de dados em painel

A análise de regressão com dados em painel neste trabalho é justificada considerando que os dados possuem dimensões transversal (*cross section*) e temporal. Os dados do painel também são chamados de dados longitudinais e sua análise representa a união entre regressão e análise de séries temporais (Frees, 2004, p. 2).

Os dados em painel proporcionam mais variabilidade na amostra, menos colinearidade entre as variáveis e mais graus de liberdade o que melhora a eficiência das estimativas quando comparados com dados transversais (Baltagi, 2005, p. 5).

Ainda segundo o autor, os dados do painel são mais capazes de identificar e medir efeitos que não são detectáveis em dados puros de seções transversais (*cross section*) ou de séries temporais (*time series*).

O uso de dados em painel também apresenta suas limitações tais como, problemas de projeto e coleta de dados, distorções resultado de erros de medição (informantes inadequados, registro incorreto da resposta etc.), problemas de seletividade, dimensão curta de série temporal e dependência da seção transversal (Baltagi, 2005, pp. 7–8).

Dados em painel podem ser do tipo balanceado (*balanced panel*) e não balanceado (*unbalanced panel*). No primeiro, cada unidade (empresa, indivíduo, município etc.) de seção transversal tem o mesmo número de observações de séries temporais e no segundo pode haver dados perdidos para algumas unidades em certos pontos do tempo (Gujarati & Porter, 2011, p. 589).

Segundo os mesmos autores, os dados em painel podem ainda receber a classificação de painel curto (*short panel*) quando o número de unidades (N) é maior que o número de períodos (T) e painel longo (*long panel*) em caso contrário.

Nesse trabalho os dados em painel foram do tipo balanceado e curto com cinquenta e seis municípios como unidades de análise dentro de um período de cinco anos.

As opções mais comuns de modelos de dados em painel são os modelos para dados agrupados (*pooled*), de efeitos fixos (*fixed effects*) e de efeitos aleatórios (*random effects*).

O modelo para dados agrupados (*pooled*) é aquele em que os dados em unidades diferentes são agrupados sem nenhuma suposição de diferenças individuais em todos os períodos (T) conforme expressão 4.9:

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (4.9)$$

onde o subscrito i denota as seções transversais (*cross-section*) enquanto t denota a dimensão de séries temporais (*time series*); y_{it} denota a variável dependente na unidade i e no tempo t;

x_{jit} denota a j -ésima variável explicativa; ε_{it} denota o termo de erro; α é o intercepto e $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$ são os parâmetros a serem estimados.

Se o modelo (4.9) seguir a todas as hipóteses clássicas de regressão ele pode ser desenvolvido por Mínimos Quadrados Ordinários (*Ordinary Least Squares - OLS*) para a obtenção das estimativas desejadas.

O principal problema desse modelo é que ele não distingue entre as várias unidades ao longo do tempo ocultando a eventual individualidade (heterogeneidade) entre elas (Gujarati & Porter, 2011, p. 591). Dessa forma, ainda segundo os mesmos autores, a individualidade de cada unidade está incluída no termo de erro, de modo que ele pode estar correlacionado com alguns dos regressores incluídos no modelo. Nesse caso, os coeficientes estimados do modelo definido em (4.9) podem ser tendenciosos e inconsistentes.

Dois extensões surgem a partir do modelo para dados agrupados que são o modelo de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios.

Segundo Baltagi (2005, p. 11), estrutura do erro u_{it} na expressão $y_{it} = x_{it}\beta + u_{it}$ (4.10) pode ser escrita como $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$, onde o primeiro elemento (α_i) representa fatores não observáveis que afetam a variável dependente, mas não variam no tempo, e o segundo elemento (ε_{it}) denota o erro aleatório da regressão que representa outros fatores que exercem influência sobre a variável dependente e que variam entre as unidades e no tempo.

Considerando a expressão em (4.10), o modelo de efeitos fixos pode ser especificado como $y_{it} = \alpha_i + x_{it}\beta + \varepsilon_{it}$ (4.11).

Para o mesmo autor, no caso de modelos de efeitos fixos, os efeitos individuais não observáveis (α_i) são parâmetros fixos a serem estimados e o restante da perturbação (ε_{it}) são independentes e identicamente distribuídos com variância constante. Já os x_{it} são assumidos independentes de ε_{it} para todas as i unidades e tempos t . De modo geral, nesse modelo é suposto que existem características que variam entre os indivíduos, mas que são constantes ao longo do tempo.

Finalmente, no modelo de efeitos aleatórios é assumido que o intercepto α_i captura todas as diferenças individuais, mas trata como aleatórios e não como fixos tanto os efeitos individuais (α_i) como os erros (ε_{it}).

Uma formalização para esse modelo pode ser dada pela expressão 4.12:

$$y_{it} = x_{it}\beta + u_{it} \quad (4.12)$$

onde $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$.

Os pressupostos básicos do modelo de efeitos aleatórios são (Gujarati & Porter, 2011, pp. 599–600):

- a) Ausência de correlação entre os efeitos individuais e as variáveis independentes;
- b) Os efeitos aleatórios têm média zero ($E(\alpha_i) = 0$) e variância constante ($\text{Var}(\alpha_i) = \sigma_\alpha^2$) e não estão correlacionados entre as unidades ($\text{Cov}(\alpha_i, \alpha_j) = 0$ para $i \neq j$);
- c) Os termos de erro têm média zero ($E(\varepsilon_{it}) = 0$) e variância constante ($\text{Var}(\varepsilon_{it}) = \sigma_\varepsilon^2$) além de não estarem correlacionados nem entre si e nem ao longo do tempo ($\text{Cov}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}) = 0$ para $i \neq j$ e $t \neq s$);
- d) Os termos de erro não são correlacionados com as variáveis independentes ($\text{Cov}(\varepsilon_i, x_{it}) = 0$) e nem com os efeitos individuais ($\text{Cov}(\alpha_i, \varepsilon_{it}) = 0$).
- e) Para o termo de erro composto (u_{it}), a partir das suposições sobre α_i e ε_{it} , é possível provar que ele tem média igual a zero e variância constante.

Segundo os autores, caso a estrutura de correlação não seja levada em consideração e a estimação do modelo definido em (4.12) for feita por MQO, os estimadores resultantes serão ineficientes. Sendo assim, o método que ofereceria os melhores estimadores seria o de Mínimos Quadrados Generalizados (MQG) (*Generalized Least Squares – GLS*).

4.5.2 Testes de diagnóstico

Considerando as possibilidades de modelagem, a pesquisa procedeu a testes de diagnósticos para a definição do modelo mais adequado ao conjunto de dados.

Para a verificação da possibilidade de multicolinearidade entre as variáveis independentes (presença de relações lineares exatas ou aproximadamente exatas) foram analisados os Fatores de Inflação de Variância (*Variance Inflation Factor – VIF*) que mostram como a variância de um estimador é inflada na presença de multicolinearidade. Para Montgomery, Peck e Vining (2012, p. 527) a experiência prática indica que se qualquer dos VIFs excederem 5 ou 10 é uma indicação de que os coeficientes de regressão associados são mal estimados devido à multicolinearidade.

Para a definição de qual modelo de dados em painel utilizar, inicialmente foi aplicado o teste baseado no multiplicador de Lagrange proposto por Breusch e Pagan (1980) onde, em caso de não rejeição da hipótese nula, a indicação é de que o modelo de dados agrupados é preferível ao de efeitos aleatórios.

Para a escolha entre um modelo de efeitos fixos ou de efeitos aleatórios foi aplicado o teste de Hausman (1978) onde a hipótese nula é a de que não há correlação entre o efeito não

observável e as variáveis explicativas, de modo que a sua rejeição leva a conclusão de que o modelo de efeitos fixos é o mais adequado (Gujarati & Porter, 2011, p. 600).

Esta pesquisa também procedeu a testes para a verificação da possibilidade de presença de homocedasticidade dos modelos (Breusch & Pagan, 1979) e de autocorrelação do termo de erro (Wooldridge, 2002). Para os modelos, quando foram determinadas a presença de heteroscedasticidade e de autocorrelação do termo de erro, foi utilizado um estimador HAC (*Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent*) para a matriz de covariância dos coeficientes estimados.

Com o objetivo de verificar quais variáveis ambientais teriam impacto sobre os escores de eficiência obtidos na 1ª etapa da DEA, para os municípios do estado do Amazonas no período de 2010 a 2014, esta pesquisa procedeu uma análise de regressão com dados em painel com a aplicação de todos os testes estatísticos necessários para a verificação do melhor ajuste do modelo aos dados.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo estão apresentados os resultados das análises dos dados para o período de 2010 a 2014 para os municípios do estado do Amazonas. Inicialmente são descritos os processos do tratamento dos dados coletados para verificação de dados faltantes e a presença de *outliers* (dados discrepantes) com a posterior descrição do comportamento das variáveis selecionadas para a aplicação da DEA. Na sequência são apresentados os resultados e discussão da aplicação da DEA, da análise de regressão em painel e do Índice de Malmquist.

5.1 Dados faltantes, discrepantes e descrição das variáveis

Os bancos de dados foram montados com os 62 municípios do Estado do Amazonas para o período de 2010 a 2015 considerando a ausência de dados completos para os anos posteriores.

Para a aplicação da DEA foram utilizadas dez variáveis sendo quatro empregadas como insumos e seis como produtos divididas em três modelos de análise.

No Modelo 1, os insumos utilizados foram os recursos financeiros (valores consolidados) destinados aos municípios pelo governo federal nas transferências Fundo a Fundo e os destinados para a assistência farmacêutica, ambos para a aplicação na prestação de serviços de saúde da atenção básica. Nos modelos 2 e 3, os dois insumos utilizados foram uma proxy para os recursos humanos (número de médicos, enfermeiros, técnicos e auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde) e uma para a estrutura física (número de estabelecimentos usados para atenção ambulatorial básica) sob gestão dos municípios ambas empregadas para a prestação de serviços de saúde na atenção básica.

Já os produtos considerados nos modelos 1 e 2 foram o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários de saúde, o número de consultas médicas e de atendimentos individuais por enfermeiras (os), o número de pessoas cadastradas por município e a produção ambulatorial do município (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) todas elas considerando os modelos PACS e PSF.

Para o modelo 3 os produtos foram a porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica e a porcentagem de nascidos vivos com peso normal ao nascer.

A proposta inicial da pesquisa foi analisar o período de 2010 a 2015. Entretanto, no processo da análise dos dados, o ano de 2015 foi excluído por apresentar dados faltantes para um pouco mais de 30% do total de municípios e em metade das variáveis.

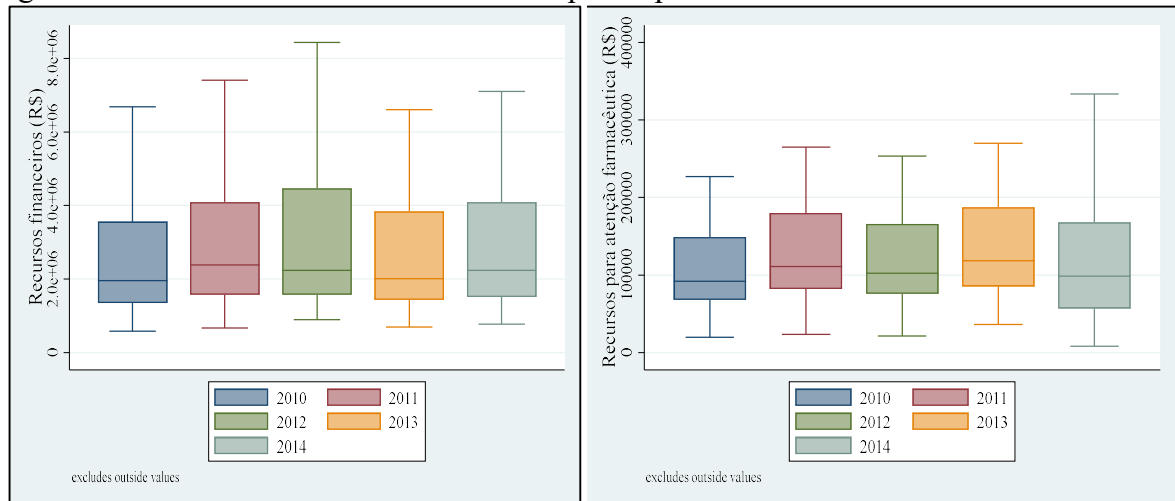
Para o período de 2010 a 2014, os municípios de Atalaia do Norte, Envira, Manicoré e Santo Antônio do Içá foram excluídos por estar com dados faltantes para diferentes variáveis.

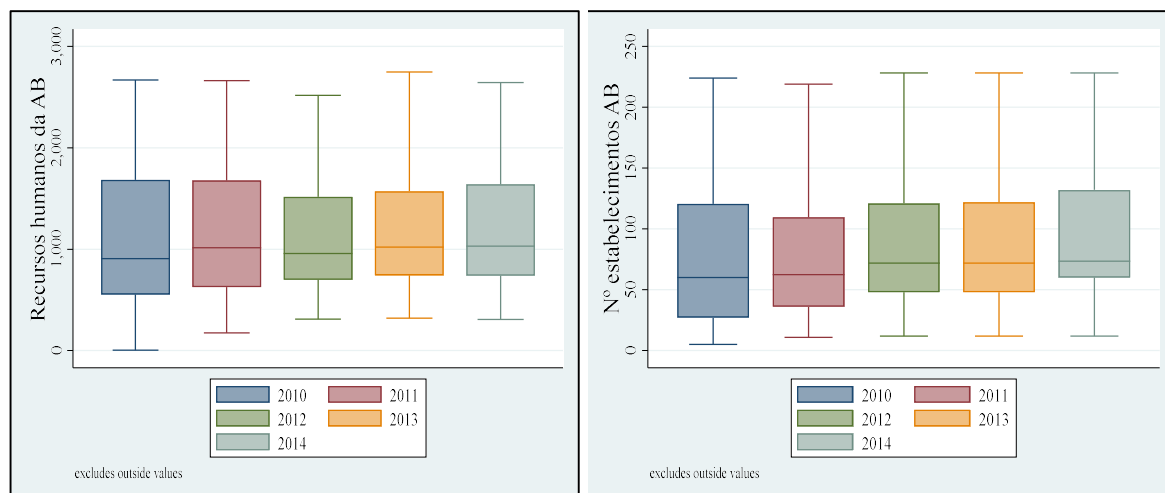
Como resultado da verificação de dados discrepantes (*outliers*), foram excluídos os municípios de Boa Vista do Ramos e Pauini por apresentar variabilidade excessiva para as variáveis relacionadas as quantidades de recursos humanos e ao número de estabelecimentos utilizados na Atenção Básica à Saúde.

Portanto, no total foram excluídos seis dos sessenta e dois municípios do estado do Amazonas deixando o trabalho com uma amostra de cinquenta e seis municípios para analisar.

Quanto ao comportamento das variáveis usadas como insumo para os três modelos resumidos na Figura 5.1, podemos verificar que os recursos financeiros para a atenção básica, em termos medianos, cresceram de 2010 a 2011, decresceram nos dois anos seguintes e voltaram a crescer em 2014. Os valores repassados aos municípios apresentaram maior variabilidade no ano de 2012 e menor variabilidade no ano de 2010.

Figura 5.1 - Variáveis usadas como insumos para o período de 2010 a 2014.





Fonte: FNS e DATASUS.

O município de Manaus foi o que recebeu o maior volume de recursos financeiros dentre todos os outros, considerando que é a capital do estado do Amazonas. Foi seguido pelo município de Itacoatiara nos anos de 2010 e 2014 e por Parintins nos demais anos.

Com relação aos recursos destinados aos municípios para a atenção farmacêutica (Figura 5.1), em termos medianos, é possível verificar um movimento que oscilou entre crescimento e decréscimo entre os anos do período analisado. Já com relação à variabilidade nesses recursos, a maior ocorreu no ano de 2014 e a menor no ano de 2010. Aqui os maiores valores também foram repassados para a capital, seguida pelo município de Itacoatiara no ano de 2011 e por Parintins nos demais anos do período analisado.

Esses três municípios reúnem as maiores populações residentes no período no Amazonas o que vai de encontro ao definido para a formação da parte fixa do Piso da Atenção Básica - PAB (MS, 1997a).

Com relação aos recursos humanos (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde), é possível verificar um movimento de decréscimo entre os anos de 2010 e 2011 com crescimento nos dois anos seguintes, seguido por um novo decréscimo no ano de 2014. A maior dispersão é verificada no ano de 2010 e a menor no ano de 2012.

Quanto ao número de estabelecimentos utilizados para os serviços de atenção básica à saúde (Figura 5.1), em termos medianos, o movimento foi de crescimento de 2010 a 2011, estabilidade até 2013, voltando a crescer em 2014. A menor dispersão foi observada no ano de 2011 e a maior no ano de 2014.

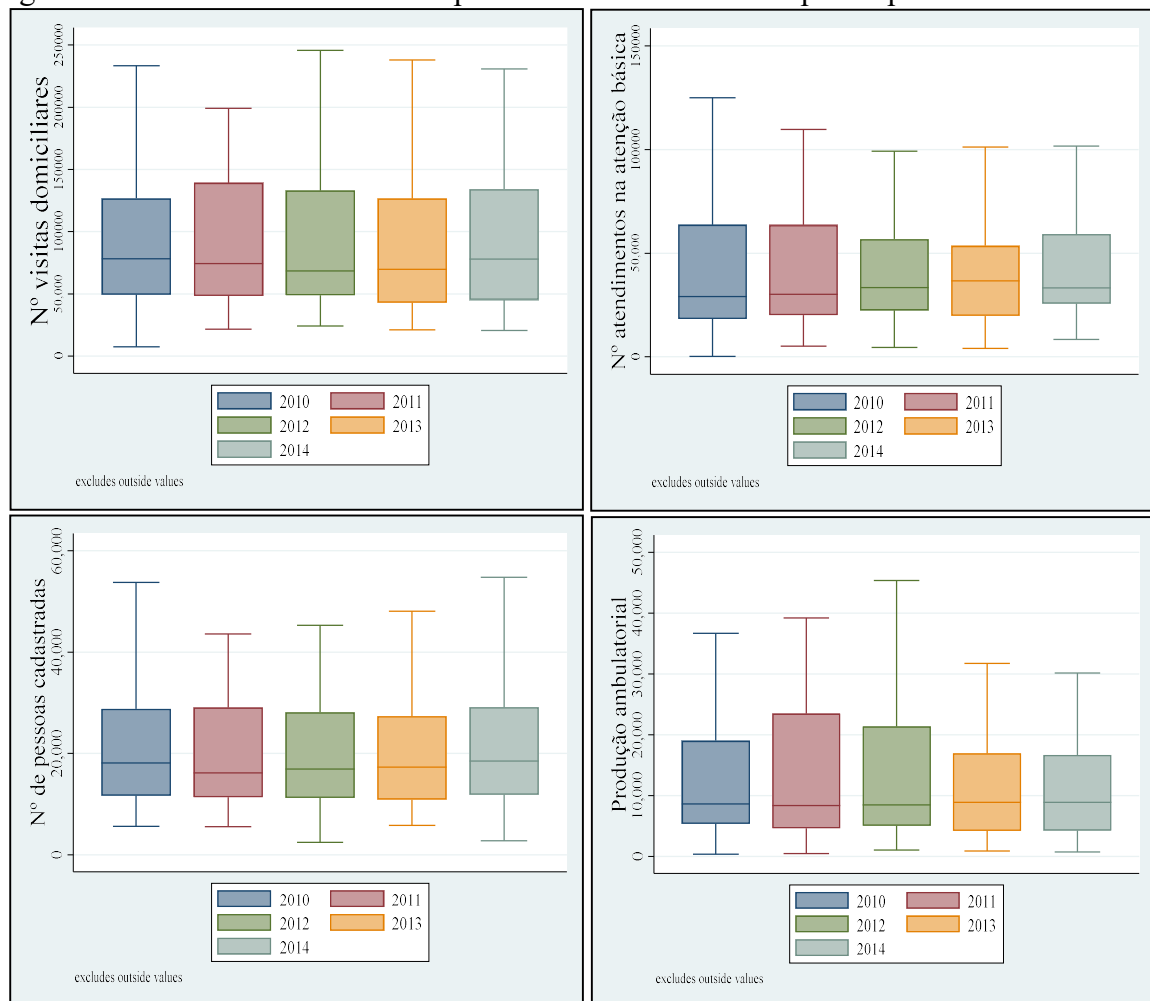
Também para a quantidade de recursos humanos e de estabelecimento empregados na prestação de serviços de atenção básica, o município de Manaus concentra os valores de

máximo nos dois casos, seguido por Parintins em todo o período para a primeira. Para a segunda variável, a capital é seguida por Presidente Figueiredo de 2010 a 2013 e por Manacapuru em 2014.

A Figura 5.2 resume as variáveis selecionadas como produto para os modelos 1 e 2, permitindo verificar que o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários, apresentou um comportamento de decrescimento entre os anos de 2010 e 2012 com crescimento nos dois anos seguintes.

Já com relação ao número de atendimentos prestados na atenção básica, envolvendo consultas médicas e atendimentos individuais prestados por enfermeiros, verificou-se em termos de mediana um crescimento entre os anos de 2010 e 2013 com diminuição no ano seguinte.

Figura 5.2 - Variáveis usadas como produto nos modelos 1 e 2 para o período de 2010 a 2014.



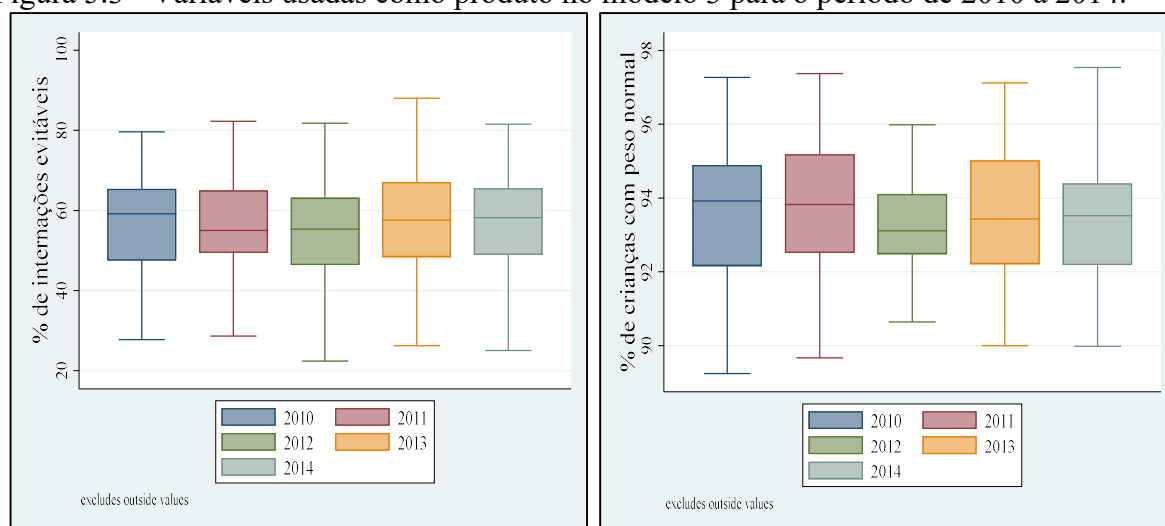
Fonte: DATASUS.

Com relação ao número de pessoas cadastradas nos modelos PACS e PSF (Figura 5.2), em termos medianos, essa variável apresentou decrescimento entre os anos de 2010 e 2011, com movimento de crescimento nos anos seguintes.

Na análise da produção ambulatorial (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) realizada no período, conforme Figura 5.2, foi verificado um movimento de decrescimento entre 2010 e 2011, crescimento entre 2012 e 2013 e nova queda no ano seguinte. Para o número de pessoas cadastradas e para a produção ambulatorial, uma menor dispersão foi observada nos anos de 2013 e de 2014 respectivamente e uma maior dispersão entre os valores foi observada no ano de 2011 para as duas variáveis.

Finalmente, a Figura 5.3 resume o comportamento das duas variáveis usadas como produto no modelo 3 de análise.

Figura 5.3 - Variáveis usadas como produto no modelo 3 para o período de 2010 a 2014.



Fonte: DATASUS.

A porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas pela atenção básica apresentou, em termos medianos, um movimento de decrescimento entre 2010 e 2011 voltando a crescer nos anos seguintes. Já a porcentagem de crianças com peso normal ao nascer, também em termos medianos, decresceu de 2010 a 2012, voltando a crescer nos anos seguintes.

Para essas variáveis a maior dispersão ocorreu no ano de 2013 nos dois casos e a menor dispersão nos anos 2011 e 2012 respectivamente para cada variável.

5.2 Resultados para o modelo 1

Aplicando a DEA-BCC orientada para os produtos, a fronteira de produção foi estimada para uma amostra de cinquenta e seis municípios do estado do Amazonas considerando como insumos para esse modelo os recursos financeiros (valores consolidados) destinados aos municípios pelo governo federal nas transferências Fundo a Fundo para a atenção básica e para a assistência farmacêutica. Nesse modelo, os produtos foram o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários de saúde, o número de consultas médicas e de atendimentos individuais por enfermeiras (os), o número de pessoas cadastradas por município e a produção ambulatorial do município (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) todas considerando os modelos PACS e PSF.

5.2.1 Primeiro estágio da DEA

As medidas descritivas das eficiências técnicas para o período avaliado foram resumidas na Tabela 5.1. O número de municípios que formaram a fronteira da eficiência foi o mesmo (14) entre os anos de 2010 e 2011 com valores médios de eficiência bem próximos.

No ano seguinte (2012), o número de municípios 100% eficientes diminuiu para 9 alcançando o número máximo de 15 em 2013 e voltando ao valor de 2010 (14) no último ano analisado.

Tabela 5.1 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano

Ano	Medidas Descritivas					
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variabilidade (%)	Número de municípios na fronteira da eficiência
2010	0,329	0,796	1	0,178	22,41	14 (25,0%)
2011	0,338	0,799	1	0,168	20,99	14 (25,0%)
2012	0,461	0,784	1	0,148	18,91	9 (16,1%)
2013	0,488	0,839	1	0,152	18,17	15 (26,8%)
2014	0,465	0,792	1	0,167	21,05	14 (25,0%)

Fonte: Elaborada pela Autora.

Nesse modelo, a menor eficiência média (0,784) foi obtida em 2012 com variabilidade relativa de 18,91% e a maior (0,839) foi obtida no ano de 2013 com variabilidade relativa de 18,17%.

Os escores de eficiência foram resumidos na Tabela 5.2 para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.2 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014

Municípios	Anos				
	2010	2011	2012	2013	2014
Alvarães	0,783	0,853	0,835	0,962	1
Amaturá	0,746	0,773	0,598	0,988	1
Anamá	0,900	0,921	1	0,899	0,612
Anori	0,662	0,743	0,685	0,696	0,520
Apuí	0,808	0,780	0,614	0,947	1
Autazes	0,617	0,624	0,638	0,837	0,763
Barcelos	0,329	0,364	0,578	0,903	0,596
Barreirinha	0,816	0,864	0,915	0,981	1
Benjamin Constant	0,526	0,562	0,897	1	1
Beruri	0,965	1	1	0,895	0,829
Boca do Acre	0,635	0,686	0,720	0,723	0,623
Borba	0,773	0,724	0,730	0,647	0,620
Caapiranga	0,919	0,872	0,755	1	0,726
Canutama	1	0,771	0,690	0,960	0,765
Carauari	1	1	1	1	1
Careiro	0,746	1	1	0,517	0,595
Careiro da Várzea	0,619	0,665	0,660	0,827	0,583
Coari	0,942	1	0,775	0,987	0,934
Codajás	1	1	1	1	1
Eirunepé	0,749	0,783	0,753	0,659	0,684
Fonte Boa	0,751	0,832	0,940	0,766	0,849
Guajará	0,703	0,812	0,660	0,708	0,688
Humaitá	1	0,890	0,843	0,659	0,760
Ipixuna	1	0,792	0,728	0,679	0,643
Irlanduba	1	1	0,932	1	0,996
Itacoatiara	0,991	0,956	0,886	0,893	0,974
Itamarati	0,613	0,765	0,664	0,741	0,725
Itapiranga	0,875	0,759	0,736	0,769	0,723
Japurá	1	1	1	1	1
Juruá	1	1	0,910	1	0,733
Jutaí	0,447	0,465	0,505	0,488	1
Lábrea	0,634	0,736	0,730	0,741	0,651
Manacapuru	1	1	0,963	1	0,994
Manaquiri	0,600	0,585	0,721	1	0,465
Manaus	1	1	1	1	1
Maraã	0,739	0,546	0,945	0,769	0,753
Maués	0,744	0,706	0,707	0,601	0,679
Nhamundá	0,739	0,807	0,736	0,834	0,683
Nova Olinda do Norte	0,740	0,736	0,614	0,715	0,552
Novo Airão	0,916	0,810	0,713	0,755	0,688
Novo Aripuanã	0,870	0,804	0,769	0,891	0,714
Parintins	0,769	0,841	1	0,887	0,894
Presidente Figueiredo	0,800	0,813	0,810	1	0,789
Rio Preto da Eva	0,921	0,824	0,726	0,806	0,584
Santa Isabel do Rio Negro	0,372	0,338	0,461	0,501	0,533
São Gabriel da Cachoeira	0,589	0,613	0,550	0,610	0,625
São Paulo de Olivença	0,588	0,578	0,591	1	1
São Sebastião do Uatumã	0,653	0,682	0,620	0,875	0,646
Silves	1	0,827	0,800	0,978	1
Tabatinga	0,545	0,589	0,686	0,728	1
Tapauá	1	1	0,907	1	0,847
Tefé	0,739	0,866	0,871	0,678	0,731
Tonantins	1	1	1	1	1
Uarini	0,832	1	0,805	0,7381	0,801
Urucará	0,870	0,801	0,645	0,7451	0,951
Urucurituba	1	1	0,882	1	0,855

Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o conjunto de cinquenta e seis municípios analisados, verificou-se que 23 (41%) foram ineficientes em todo o período analisado. Foram eles: Anori, Autazes, Barcelos, Boca do Acre, Borba, Careiro da Várzea, Eirunepé, Fonte Boa, Guajará, Itacoatiara, Itamarati, Itapiranga, Lábrea, Maraã, Maués, Nhamundá, Nova Olinda do Norte, Novo Airão, Novo Aripuanã, Rio Preto da Eva, Santa Isabel do Rio Negro, São Gabriel da Cachoeira e São Sebastião do Uatumã.

Dentre esses municípios, destacamos que Barcelos alcançou escore de eficiência abaixo de 50% de 2010 a 2011, cresceu até alcançar pouco mais de 90% de eficiência em 2013, terminando o período com 59% em 2014. Já Santa Isabel do Rio Negro apresentou eficiência também abaixo de 50% de 2010 a 2012, crescendo nos dois anos seguintes sem, contudo, alcançar escore maior que 53,3%.

Os municípios de Carauari, Codajás, Japurá, Manaus e Tonantins foram 100% eficientes em todo o período analisado. Dentre os municípios que alcançaram a fronteira da eficiência em algum momento do período analisado, destacamos Canutama, Humaitá e Ipixuna que foram 100% eficientes apenas no primeiro ano (2010) do período analisado e no outro extremo, os municípios de Alvarães, Amaturá, Apuí, Barreirinha, Jutai e Tabatinga que somente no último ano (2014) alcançaram a fronteira da eficiência.

Por fim, os municípios de Iranduba, Juruá, Manacapuru, Tapauá e Urucurituba foram 100% eficientes nos dois anos iniciais da série, deixaram a fronteira em 2012, voltaram a ela no ano seguinte e terminaram o período avaliados como ineficientes.

5.2.1.1 Discriminação na fronteira

Com o propósito de melhorar a discriminação entre os municípios que formaram a fronteira de produção (100% eficientes), foi aplicado o método da fronteira invertida e calculada a eficiência composta normalizada para ranquear esses municípios.

Dentre os quatorze municípios que alcançaram a fronteira em 2010 e 2011, Canutama e Manacapuru ocuparam a primeira posição respectivamente em cada um desses anos. Já entre os nove municípios eficientes em 2012, o de Beruri ocupou a primeira posição, dentre os quinze municípios eficientes em 2013, Tonantins ficou em primeiro e, por fim, no ano de 2014 dentre os quatorze eficientes foi o município de Barreirinha que ocupou a primeira posição.

O ranqueamento completo de todos os municípios pode ser verificado no Apêndice A.

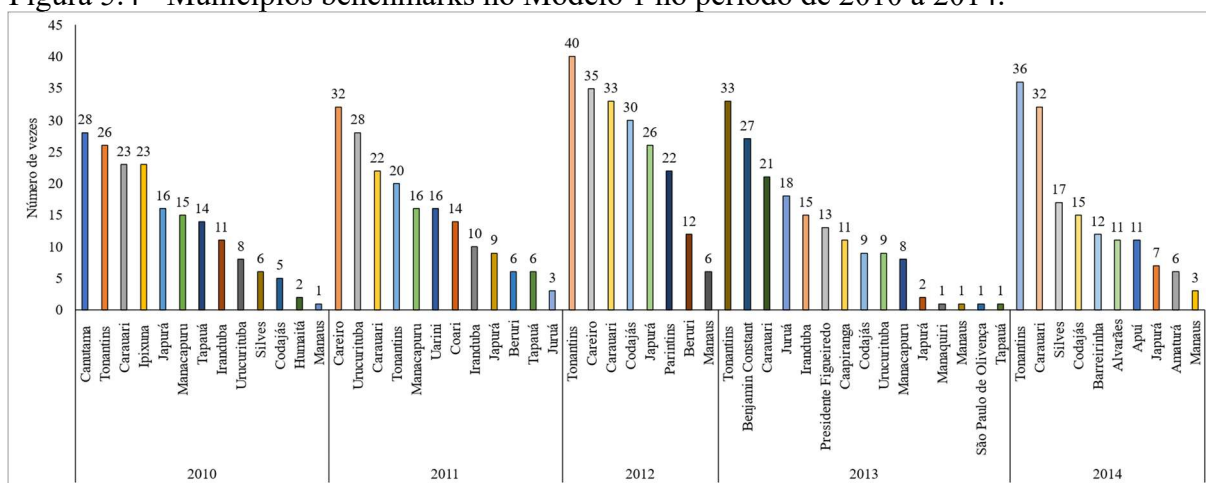
5.2.1.2 Análise dos Benchmarks

A aplicação da DEA permite que cada unidade identifique um grupo de *benchmarking*, ou seja, um grupo de unidades que estão seguindo os mesmos objetivos e prioridades, mas apresentam um desempenho melhor.

A Figura 5.4 resume os municípios 100% eficientes que foram sinalizados mais vezes como referência em cada ano do período analisado.

O município de Canutama foi o município sinalizado mais vezes (28) como referência (*benchmark*) no ano de 2010. Para que os municípios para os quais ele foi referência pudessem alcançar a fronteira, seria necessário um aumento médio de 39% no número de visitas domiciliares, de 41,8% no número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), de 33,3% no número de pessoas cadastradas no PACS e PSF e de 48,6% na produção ambulatorial.

Figura 5.4 - Municípios benchmarks no Modelo 1 no período de 2010 a 2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o ano de 2011 (Figura 5.4), o Careiro foi o município sinalizado mais vezes (32) como referência. Para que os municípios para os quais ele foi referência pudessem alcançar a fronteira, seria necessário um aumento médio de 30,7% no número de visitas domiciliares, de 25,7% no número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), além de cadastrar no PACS e PSF mais 26,1% de pessoas e aumentar a produção ambulatorial em 38%

Nos anos de 2012 a 2014 o município de Tonantins foi sinalizado mais vezes como referência para os demais municípios. Os municípios para os quais Tonantins foi sinalizado como referência precisariam, para alcançar a fronteira, aumentar em média em 36,6% o número

de visitas domiciliares, em 32,4% o número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), além de cadastrar mais 25,8% pessoas no PACS e PSF e aumentar a produção ambulatorial em 36,5%.

Para o período analisado (Figura 5.4), dentre os municípios 100% eficientes sinalizados mais de vinte vezes como referência, destacamos Carauari que apareceu em todo ele. Para os municípios para os quais Carauari foi sinalizado como referência, o aumento médio para alcançar a fronteira deveria ser de 35,3% no número de visitas domiciliares, de 31,2% no número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), de 26,5% no número de pessoas cadastradas no PACS e PSF e de 36,2% na produção ambulatorial.

5.2.4 Segundo estágio da DEA

Nessa etapa da análise os escores de eficiência técnica obtidos no primeiro estágio da DEA foram usados como variável dependente nos ajustes de regressão com dados em painel para o período de 2010 a 2014. Nesse segundo estágio da análise envoltória de dados, foram inicialmente consideradas dezoito variáveis explicativas (regressoras), selecionadas a partir da revisão da literatura e levando em conta a disponibilidade dos dados para o período da pesquisa, com o propósito de identificar quais delas poderiam ser significativamente associadas as variações desses escores.

As variáveis selecionadas estão apresentadas na seção de metodologia da pesquisa e foram: o Índice do Desenvolvimento Humano Municipal – (IDHM Geral), o IDHM nas dimensões Educação, Emprego e Renda e Longevidade, a densidade populacional (habitantes/km²), o PIB *per capita* por município (R\$), a renda média domiciliar *per capita* (R\$), o percentual da população residente no município com 65 anos ou mais, o percentual da população residente no município com até 19 anos, a taxa de analfabetismo do município, a taxa de urbanização do município, a distância (em km) dos municípios até a capital Manaus, a proporção da população residente com renda domiciliar mensal *per capita* de até meio salário-mínimo (proporção de pobres), o percentual de recursos aplicados pelo município na função saúde, o número de domicílios com serviço de abastecimento de água, o número de domicílios com serviço de coleta de lixo, o número de domicílios com serviço de energia elétrica e o número de domicílios com serviço de coleta de esgoto ou fossa séptica.

Dentre essas variáveis, nove eram estáveis ao longo do tempo e suas medidas descritivas foram resumidas na Tabela 5.3.

A média da taxa de analfabetismo dos municípios do Amazonas foi de 19,08% com desvio padrão 9,31% e um valor mediano de 17,15%. Já a taxa de urbanização dos municípios indicou um valor médio de 55,37% com desvio padrão de 14,83% e valor mediano de 55,4%. O município de Manaus, capital do estado, possuía a menor taxa de analfabetismo (3,9%) e a maior taxa de urbanização, em contrapartida, o município de Ipixuna possuía a maior taxa de analfabetismo (40,2%) e o de Careiro da Várzea a menor taxa de urbanização (4,18%).

Tabela 5.3 - Medidas descritivas das variáveis estáveis ao longo do tempo.

Variáveis	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
Taxa de Analfabetismo do município (%) (a)	19,08	9,31	3,90	17,15	40,20
Taxa de Urbanização do município (%) (a)	55,37	14,83	4,18	55,40	99,49
Renda Média Domiciliar <i>per capita</i> (R\$)	247,89	94,01	126,80	224,46	738,42
Proporção de pobres (%) (a)	74,04	9,23	37,78	75,70	90,05
IDHM Geral (b)	0,570	0,052	0,477	0,569	0,737
IDHM Emprego e Renda (b)	0,549	0,050	0,461	0,540	0,738
IDHM Longevidade (b)	0,768	0,026	0,694	0,775	0,826
IDHM Educação (b)	0,444	0,081	0,266	0,435	0,658
Distâncias até Manaus (km) (b)	508,63	392,26	25	365,5	1.485

Notas: D.P. = desvio padrão. Mín = valor mínimo e Máx = valor máximo; (a) Atlas Brasil; (b) IBGE
Fonte: Elaborada pela Autora.

A média da taxa de analfabetismo dos municípios do Amazonas foi de 19,08% com desvio padrão 9,31% e um valor mediano de 17,15%. Já a taxa de urbanização dos municípios indicou um valor médio de 55,37% com desvio padrão de 14,83% e valor mediano de 55,4%. O município de Manaus, capital do estado, possuía a menor taxa de analfabetismo (3,9%) e a maior taxa de urbanização, em contrapartida, o município de Ipixuna possuía a maior taxa de analfabetismo (40,2%) e o de Careiro da Várzea a menor taxa de urbanização (4,18%).

Já para a renda média domiciliar *per capita* seu valor médio foi de R\$ 247,89 com desvio padrão de R\$ 94,01 com pelo menos 50% dos municípios apresentando valor igual ou inferior a R\$ 224,46. Já para a proporção de pobres por município o valor médio foi de 74,04% com desvio padrão de 9,23%. Com relação as distâncias (em km) entre os municípios e a capital Manaus, o município mais distante é Guajará (1.485 km) e o mais próximo é Careiro da Várzea (23 km).

Os deslocamentos entre os municípios e a capital são realizados em sua maioria pelas vias fluviais ou aéreas e a cidade de Manaus concentra todos os serviços de saúde de alta complexidade do estado e cerca de 89% dos serviços de média complexidade segundo Garnelo et al. (2017).

O valor médio do IDHM-Renda, que considera a renda média mensal dos indivíduos residentes, para os municípios do estudo foi de 0,549, na dimensão Longevidade que é, em

síntese, medido pela esperança de vida ao nascer apresentou um valor médio de 0,768 e na dimensão Educação, que é composto por indicadores de escolaridade da população adulta e jovem, apresentou média de 0,444. Para o primeiro indicador, o município com o valor mais baixo foi Santa Isabel do Rio Negro (0,461); para o segundo, o município de Tapauá (0,694) apresentou o menor valor e para o terceiro, o município de Itamarati (0,266) foi o com o valor mais baixo.

No universo de 56 municípios analisados, quatro (7,1%) deles apresentaram IDHM que os categoriza, segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), como exibindo um desenvolvimento humano muito baixo. A maioria deles, 73,2%, ficou categorizada como exibindo um desenvolvimento humano baixo ($0,500 \leq \text{IDHM} \leq 0,599$) sendo que somente Manaus pode ser categorizada como exibindo um desenvolvimento humano alto.

As demais variáveis selecionadas (9) variaram ao longo do período observado de 2010 a 2014 e a Tabela 5.4 resume as medidas descritivas dessas variáveis.

Tabela 5.4 - Medidas descritivas das variáveis não estáveis ao longo do tempo analisado

Variáveis	2010	2011	2012	2013	2014
	Média (D.P.)	Média (D.P.)	Média (D.P.)	Média (D.P.)	Média (D.P.)
Densidade populacional (habitantes/km ²) (a)	5,92 (21,12)	6,00 (21,48)	6,10 (21,82)	6,48 (23,23)	6,60 (23,67)
PIB <i>per capita</i> (por R\$ 1000) (b)	5,95 (4,44)	8,14 (6,63)	8,45 (7,68)	9,28 (7,96)	9,68 (6,33)
População residente ≥ 65 anos (%) (c)	3,52 (0,64)	3,55 (0,66)	3,61 (0,68)	3,53 (0,65)	3,64 (0,65)
População residente ≤ 19 anos (%) (c)	53,18 (4,04)	52,49 (3,9)	51,65 (3,95)	48,9 (3,98)	48,15 (4,11)
Recursos próprios aplicados na saúde (%) (c)	18,12 (3,74)	18,39 (4,22)	18,69 (5,69)	18,84 (3,84)	18,93 (4,19)
Número de domicílios com abastecimento de água (por 1000) (b)	4,69 (14,48)	4,66 (13,53)	4,83 (14,53)	4,91 (14,31)	5,15 (15,94)
Número de domicílios com coleta de lixo (por 1000) (b)	5,25 (17,81)	5,24 (16,62)	5,44 (17,82)	5,44 (16,64)	5,72 (18,52)
Número de domicílios com energia elétrica (por 1000) (b)	6,50 (18,63)	6,54 (17,37)	6,80 (18,55)	6,84 (17,21)	7,19 (19,03)
Número de domicílios com esgoto/fossa (por 1000) (b)	6,10 (15,33)	6,03 (14,23)	6,21 (15,35)	6,20 (14,32)	6,52 (15,89)

Notas: D.P. = desvio padrão; (a) Atlas Brasil; (b) IBGE; (c) DATASUS.

Fonte: Elaborada pela Autora.

Em média, as variáveis PIB *per capita* e o número de domicílios com energia elétrica apresentam crescimento no decorrer do período analisado. A densidade demográfica média dos municípios analisados ficou variando entre 5,92 e 6,6 habitantes por km², com o município de Japurá com o menor valor em todo o período com variação entre 0,10 e 0,13 habitantes por km². No outro extremo, além da capital Manaus com densidade demográfica que variou entre

158,06 e 177,2 habitantes por km² no período, os municípios de Iranduba, Parintins, Tabatinga e Manacapuru são os quatro municípios com os maiores valores de densidade demográfica em ordem.

A densidade demográfica é um dos indicadores definidos para a determinação do valor mínimo do PAB fixo segundo a Portaria GM/MS nº 1.602 de 9 de julho de 2011 (MS, 2011).

O percentual médio da população residente com até 19 anos de idade foi declinando de 2010 (53,18%) até 2014 (48,15%). enquanto o da população com 65 anos ou mais de idade foi crescendo de 2010 a 2012 (3,52% a 3,61%), decresceu em 2013 voltando a crescer novamente em 2014 atingindo o maior valor da série (3,64%).

Para a escolha do melhor modelo de ajuste de regressão com dados em painel, foram aplicados os testes de Multiplicadores de Lagrange (valor-p < 0,001) e o de Hausman (valor-p = 0,739). Pelos resultados dos testes foram rejeitados os ajustes pelo modelo agrupado (*pooled*) e pelo modelo de efeitos fixos. Sendo assim os escores de eficiência foram ajustados como variável dependente num modelo de efeitos aleatórios.

Para a verificação da existência de multicolinearidade (correlação entre duas variáveis explicativas ou entre uma delas e as demais incluídas no modelo de regressão), foram determinadas todas as correlações conforme apresentadas na Tabela 5.5.

As variáveis IDHM-Geral com o IDHM na dimensão Longevidade, o IDHM na dimensão Educação com a renda média domiciliar *per capita* e a proporção da população residente com renda domiciliar mensal *per capita* de até meio salário-mínimo (proporção de pobres), assim como todas as combinações duas a duas entre o número de domicílios com abastecimento de água, o número de domicílios com coleta de lixo, o número de domicílios com energia elétrica e o número de domicílios com coleta de esgoto/fossa apresentaram um valor de correlação superiores a 0,8 o que traduz uma indicação da presença de multicolinearidade entre elas.

Considerando a quantidade de regressores, além da verificação da correlação, o problema da multicolinearidade também foi avaliado pelo fator de inflação de variância (VIF). Dessa maneira, foram descartadas as variáveis que apresentaram VIF maior que dez e correlações altas, quais foram: o IDHM Geral, a renda média domiciliar *per capita*, a proporção de pobres, o número de domicílios com abastecimento de água, o número de domicílios com coleta de lixo, o número de domicílios com energia elétrica e o número de domicílios com coleta de esgoto/fossa.

Tabela 5.5 - Matriz de correlações.

Variáveis	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	
V2	0,59																					
V3	0,09	0,14																				
V4	0,19	0,03	0,18																			
V5	0,25	0,11	0,05	0,44																		
V6	0,21	0,16	0,17	0,51	0,42																	
V7	0,18	0,14	0,09	0,56	0,54	0,82																
V8	0,09	0,03	-0,01	0,37	0,30	0,66	0,50															
V9	0,21	0,16	0,21	0,43	0,30	0,95	0,63	0,55														
V10	-0,03	-0,01	0,11	0,07	0,02	0,47	0,20	0,36	0,53													
V11	-0,09	-0,11	-0,06	-0,38	-0,37	-0,55	-0,59	-0,33	-0,46	-0,34												
V12	0,11	0,09	0,04	0,07	0,19	0,24	0,31	0,19	0,17	0,13	-0,17											
V13	-0,13	-0,07	-0,12	-0,23	-0,25	-0,48	-0,34	-0,32	-0,47	-0,49	0,42	-0,07										
V14	-0,18	-0,11	-0,17	-0,30	-0,26	-0,84	-0,55	-0,56	-0,86	-0,52	0,45	-0,19	0,71									
V15	0,29	0,14	0,01	0,41	0,35	0,42	0,58	0,21	0,30	-0,01	-0,13	0,21	0,11	-0,14								
V16	0,20	0,10	0,13	0,74	0,55	0,81	0,96	0,51	0,64	0,16	-0,58	0,29	-0,32	-0,52	0,58							
V17	-0,25	-0,15	-0,11	-0,58	-0,55	-0,83	-0,91	-0,49	-0,69	-0,24	0,65	-0,26	0,50	0,62	-0,48	-0,91						
V18	0,20	0,02	0,17	0,98	0,47	0,52	0,60	0,38	0,43	0,08	-0,38	0,15	-0,22	-0,29	0,48	0,78	-0,61					
V19	0,20	0,02	0,17	0,98	0,49	0,52	0,60	0,37	0,42	0,06	-0,38	0,14	-0,21	-0,28	0,48	0,79	-0,62	0,99				
V20	0,20	0,03	0,17	0,98	0,50	0,53	0,61	0,39	0,43	0,07	-0,39	0,14	-0,22	-0,29	0,47	0,79	-0,63	0,99	0,99			
V21	0,22	0,04	0,16	0,97	0,51	0,56	0,63	0,44	0,46	0,11	-0,40	0,17	-0,25	-0,34	0,48	0,80	-0,65	0,99	0,99	0,99		

Notas: As correlações em negrito foram significativas a 5%; V1=eficiências no Modelo 1; V2= eficiências no Modelo 2; V3= eficiências no Modelo 3; V4=Densidade populacional; V5=PIB *per capita* (por 1000); V6=IDHM-Geral; V7=IDHM-Educação; V8=IDHM-Emprego e Renda; V9=IDHM-Longevidade; V10=População residente ≥ 65 anos (%); V11=População residente ≤ 19 anos (%); V12 = Receita própria do município aplicada na função saúde; V13=Distância (em km) dos municípios até Manaus; V14=Taxa de Analfabetismo; V15=Taxa de Urbanização; V16=Renda Média Domiciliar per capita; V17=Proporção de pobres; V18=Nº de domicílios com abastecimento de água (por 1000); V19=Nº de domicílios com coleta de lixo (por 1000); V20=Nº de domicílios com energia elétrica (por 1000); V21=Nº de domicílios com Esgoto/fossa (por 1000).

Fonte: Resultados da pesquisa.

Sendo assim, para o ajustamento de regressão com dados em painel, foram consideradas onze variáveis explicativas: a densidade populacional (habitantes/km²), o PIB *per capita* por município, o IDHM-Educação, o IDHM-Emprego e Renda, o IDHM-Longevidade, o percentual da população residente no município com 65 anos ou mais, o percentual da população residente no município com até 19 anos, a taxa de analfabetismo do município, a taxa de urbanização do município (percentual da população da área urbana em relação à população total), a distância (em km) dos municípios até a capital Manaus e o percentual de recursos aplicados pelo município na função saúde.

Também foram verificadas, pelo teste de Breusch-Pagan (1979) a existência de evidência de heterocedasticidade dos resíduos (valor-p=0,001) e pelo teste de Wooldridge (2002) a existência de evidência de autocorrelação dos resíduos (valor-p=0,022). Considerando esses resultados, para obter estimadores consistentes para os erros padrão, foi adotado o estimador *Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent* (HAC) para a matriz de covariância dos coeficientes estimados.

A partir do ajuste inicial, as variáveis não significativas (de maior valor-p) foram sendo retiradas uma a uma (*backward stepwise elimination*) até que ficassem somente aquelas que apresentassem influência significativa.

A Tabela 5.6 apresenta o modelo final de ajuste para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.6 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no Modelo 1

Fonte	Modelo final		
	β	E.P. (β)	Valor-p
Intercepto	1,098	0,216	<0,001
PIB <i>per capita</i> (x1000)	0,003	0,001	0,037
IDHM – Educação	0,514	0,249	0,040
IDHM – Emprego e Renda	-0,958	0,470	0,042
Taxa de Urbanização do município	0,004	0,001	0,001
População residente \geq 65 anos (%)	-0,055	0,025	0,027
Distância em km até Manaus	-0,010	0,004	0,019
R ²	7,21%		

Fonte: Elaborada pela Autora.

Nota: E.P. = erro padrão.

Os resultados no modelo de ajuste final de dados em painel evidenciaram relação positiva e significativa entre os escores de eficiência técnica e o PIB – Produto interno bruto *per capita*, o IDHM na dimensão Educação e a taxa de urbanização dos municípios. Portanto, um melhor nível de educação da população, maior urbanização dos municípios e uma indicação positiva do nível de riqueza econômica avaliado pelo PIB favoreceriam a redução da

ineficiência. Esses resultados são consistentes com os estudos de Afonso e Aubyn (2011), Varela et al. (2012) e Sun et al. (2017).

Já o IDHM-Emprego e Renda, que considera a renda média mensal dos indivíduos residentes do município, o percentual de pessoas com 65 anos ou mais de idade e a distância em km entre os municípios e a capital Manaus evidenciaram efeito negativo e significativo sobre os escores de eficiência.

Entre os municípios analisados, 80,4% deles possuíam IDHM-Renda entre Muito Baixo e Baixo, segundo a classificação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), e uma população com menor poder aquisitivo pode enfrentar dificuldade em recorrer a cuidados médicos privados tornando a saúde pública a sua única alternativa.

No estudo de Silva e Queiroz (2018), que analisou a eficiência dos municípios do estado do Rio Grande do Norte na APS, o IDHM nas dimensões Educação e Emprego e Renda não apresentaram resultados significativos. Segundo dados do Censo 2010, o IDHM do Rio Grande do Norte era de 0,763 o que o coloca na faixa de desenvolvimento Alto segundo a classificação do PNUD. No Amazonas, como já dito, apenas Manaus apresentou IDHM que sinaliza um desenvolvimento humano alto.

Com relação às distâncias entre os municípios do Amazonas e a capital que podem ser de até 1.450 km, dado que Manaus concentra os serviços de saúde de média e alta complexidade (Garnelo et al., 2017), são ambos fatores que podem ajudar a explicar o efeito negativo dessa característica sobre a eficiência.

No estudo de Ferreira et al. (2013), a distância até o hospital mais próximo e o poder aquisitivo da população, dentre outras variáveis exógenas, foram incluídas na DEA. A primeira apresentou efeito positivo e a segunda efeito negativo sobre a eficiência. Além de considerar a diferença de métodos entre o estudo citado e o nosso trabalho, o primeiro analisou os centros de saúde da região de Lisboa e Vale do Tejo em Portugal que compreende uma área geográfica de 11.741 km² com densidade populacional de 312 hab/km² e que representava em 2007 44% do PIB nacional.

E, finalmente, uma população mais envelhecida necessita geralmente de mais cuidados sociais. Isso pode explicar o efeito negativo do percentual de pessoas com 65 anos ou mais de idade. Os estudos de Ramirez-Valdívia et al. (2011) e de Varela et al. (2012) também apontaram resultados semelhantes.

Na sequência da análise, com o objetivo de buscar uma compreensão para a discriminação entre os municípios, todos eles foram então agrupados por meio de uma análise de *clusters*, segundo os escores de eficiência técnica, em três grupos definidos como Médio,

Médio-Alto e Alto. Tais denominações foram dadas considerando os valores médios, em ordem crescente, dos escores de eficiência técnica de cada um dos grupos.

Uma vez os municípios agrupados, fez-se a comparação para verificar se havia diferença entre eles com respeito as variáveis exógenas por meio do teste de Mann-Whitney. Todos os resultados das comparações entre os agrupamentos tomados dois a dois pelo teste de Mann-Whitney para o Modelo 1 podem ser verificados na tabela do Apêndice B.

As Figuras 5.5 e 5.6 resumem o comportamento das variáveis para as quais foram verificadas diferenças estatisticamente significativas. As variáveis número de domicílios com serviços de coleta de lixo, de energia elétrica, de esgoto/fossa e de abastecimento de água foram tomadas em relação ao total da população de cada município e em cada um dos anos.

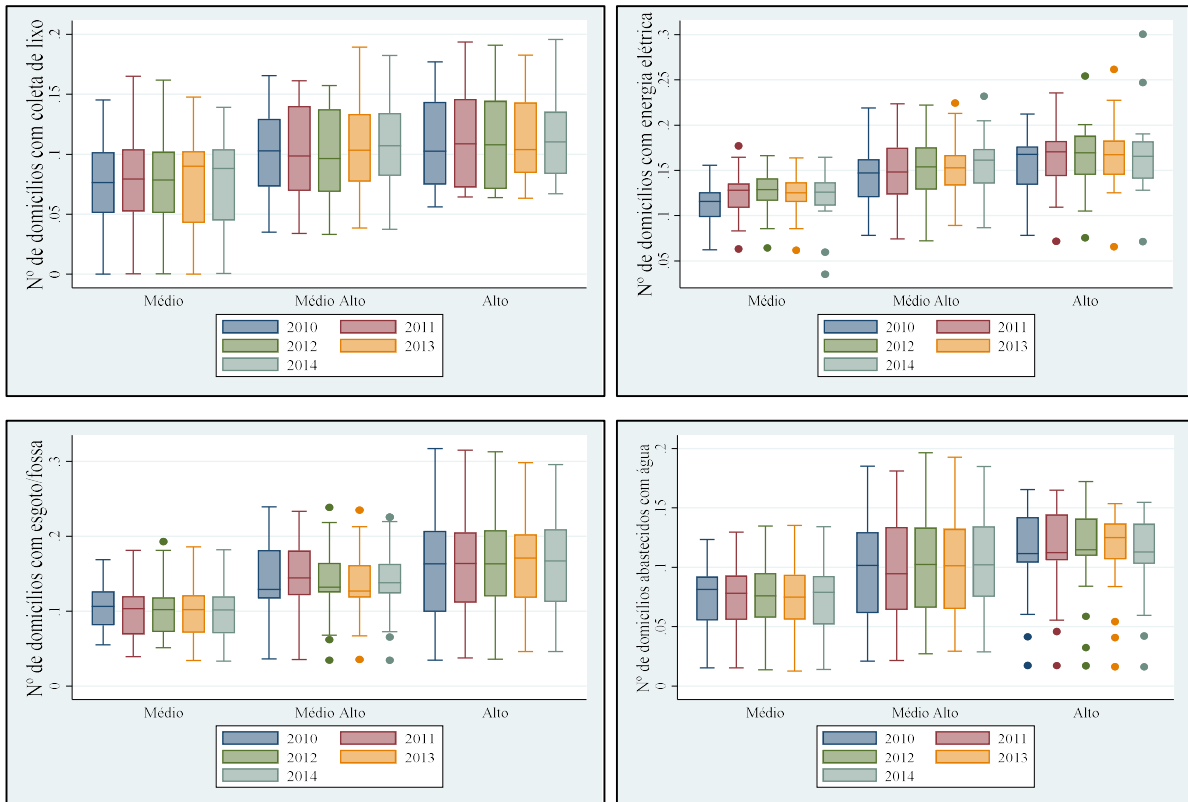
Os resultados observados mostraram que para o número de domicílios com serviço de coleta de lixo, o agrupamento Médio foi significativamente inferior em relação ao Médio-Alto e Alto no ano de 2010 e apenas do Alto em 2011. Os agrupamentos Médio-Alto e Alto não diferiram entre si em nenhum momento.

Para número de domicílios com serviço de energia elétrica o agrupamento Médio foi significativamente inferior em relação ao Médio-Alto e Alto que por sua vez não diferiram entre si em todo o período avaliado.

Para o número de domicílios com serviço esgoto/fossa o agrupamento Médio foi significativamente inferior em relação ao Médio-Alto e ao Alto que, por sua vez, não diferiram entre si no período de 2011 a 2014. No ano de 2010 o agrupamento Médio diferiu somente do Médio-alto.

E, finalmente, para o número de domicílios com serviço de abastecimento de água o agrupamento Médio foi significativamente inferior do Médio-Alto apenas e os agrupamentos Médio-Alto e Alto não diferiram entre si em todo o período.

Figura 5.5 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao número de domicílios com serviços de coleta de lixo, de energia elétrica, de esgoto/fossa e de abastecimento de água para o Modelo 1 no período de 2010 a 2014.



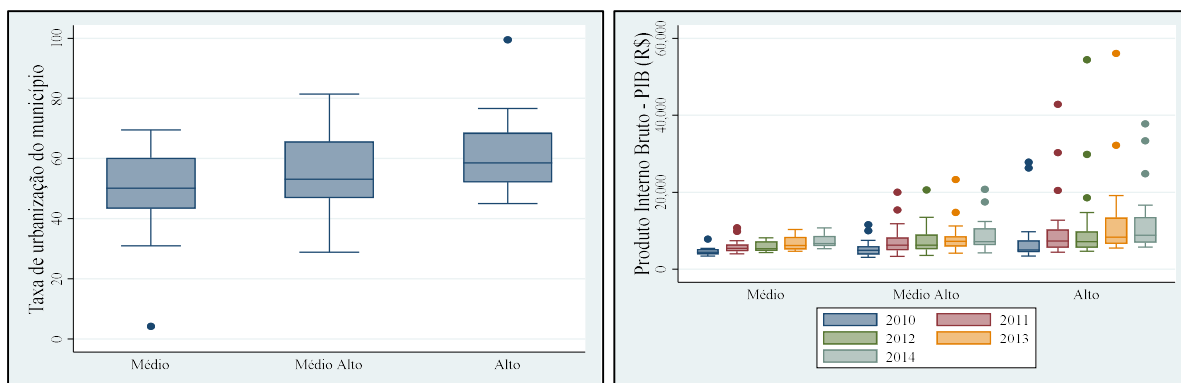
Nota: Todas as variáveis foram tomadas em relação ao total da população de cada município e em cada um dos anos.

Fonte: Elaborada pela Autora.

De modo geral, como resultado das comparações para essas quatro variáveis o agrupamento Médio se destaca. Os municípios desse agrupamento apresentaram os menores valores medianos para essas variáveis para as quais foram apuradas significância e são eles: Anori, Autazes, Barcelos, Boca do Acre, Careiro da Várzea, Itamarati, Lábrea, Maraã, Maués, Nova Olinda do Norte, Santa Isabel do Rio Negro, São Gabriel da Cachoeira, São Sebastião do Uatumã, Benjamin Constant, Jutaí, Manaquiri, São Paulo de Olivença e Tabatinga. Dentre esses, salientamos que os treze primeiros não alcançaram a fronteira da eficiência em nenhum momento do período analisado.

Por fim, para as variáveis PIB *per capita* de 2011 a 2014 e Taxa de Urbanização do município (Figura 5.6) em todo o período analisado, o agrupamento denominado Alto mostrou-se significativamente superior em relação ao Médio apenas enquanto o Médio e Médio-Alto, por sua vez, não diferiram entre si.

Figura 5.6 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao Produto Interno Bruto *per capita* e a Taxa de Urbanização para o Modelo 1.



Fonte: Elaborado pela Autora.

De modo geral, como resultado das comparações, o agrupamento Alto se destaca com os maiores valores medianos para essas duas variáveis. Os municípios que formaram esse agrupamento foram: Alvarães, Barreirinha, Beruri, Coari, Iranduba, Itacoatiara, Juruá, Manacapuru, Parintins, Silves, Tapauá, Urucurituba, Carauari, Codajás, Japurá, Manaus e Tonantins. Nesse conjunto, destacamos que os cinco últimos municípios, incluindo a capital Manaus, foram 100% eficientes em todo o período estudado.

A diferenciação com relação ao PIB *per capita* e a Taxa de Urbanização dos municípios pode ser analisada em linha com os resultados observados na regressão onde essas duas variáveis apresentaram efeito significativo e positivo sobre os escores de eficiência.

5.2.5 Índice de Malmquist

O índice de Malmquist avalia a mudança de produtividade de uma DMU, os municípios no nosso caso, ao longo do tempo e pode ser decomposto em dois componentes de modo que, um está relacionado a comparação entre as eficiências técnicas da DMU entre dois períodos (*catch-up effect*) denominado emparelhamento e o outro reflete a mudança técnica ou progresso tecnológico (*frontier-shift effect*).

Essa mudança técnica refere-se à produção de um resultado superior mediante uma menor utilização dos insumos (progresso tecnológico), sendo também conhecida como deslocamento da fronteira eficiente.

Considerando que o período da pesquisa foi de cinco anos, o índice de Malmquist, foi determinado para quatro avaliações de evolução de um ano para o ano seguinte em cada um dos três modelos de análise. Os biênios avaliados foram 2010 a 2011, 2011 a 2012, 2012 a 2013 e 2013 a 2014.

Os resultados completos determinados para o Índice de Malmquist e suas decomposições estão apresentados nas tabelas dos Apêndices E, F e G.

A Tabela 5.7 resume as estatísticas descritivas do índice de Malmquist e seus componentes para todos os cinquenta e seis municípios analisados nos quatro biênios.

Com relação ao índice de Malmquist, em média, a partir do biênio 2010-2011 verificou-se um movimento que oscilou entre crescimento e decréscimo na produtividade. Em média, nos biênios 2010-2011 e 2013-2014 houve uma redução de produtividade de 14,1% e 2,8% respectivamente enquanto no biênio 2011-2012 houve aumento de produtividade de 7% e em 2013-2014 um aumento da ordem de 12,3%.

Tabela 5.7 - Estatísticas descritivas do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 1 nos quatro biênios

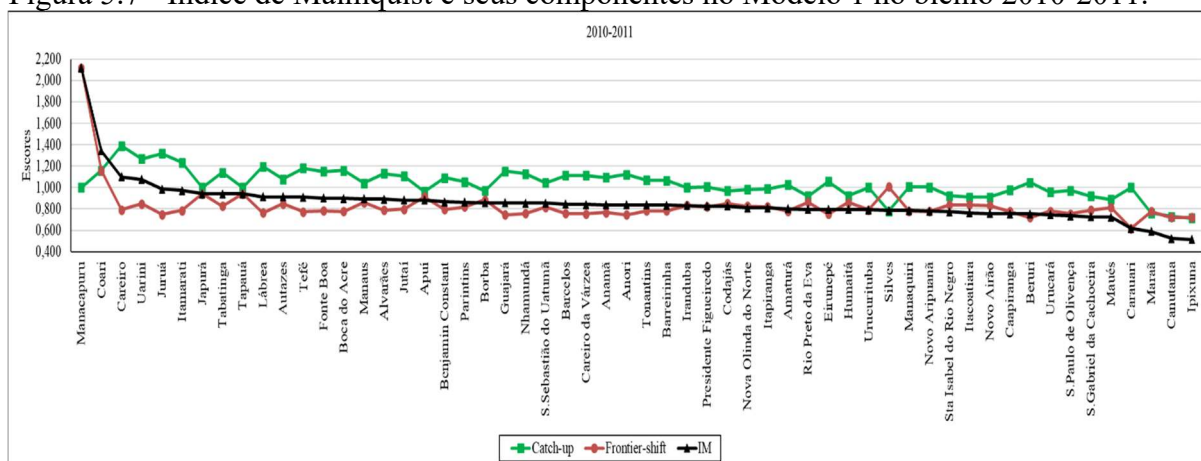
Biênio	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
<i>Catch-up effect</i>					
2010-2011	0,713	1,390	1,017	1,034	0,132
2011-2012	0,709	1,701	0,969	0,990	0,185
2012-2013	0,517	1,549	1,018	1,044	0,201
2013-2014	0,465	1,307	0,974	0,950	0,173
<i>Frontier-Shift Effect</i>					
2010-2011	0,617	2,118	0,791	0,832	0,191
2011-2012	0,714	2,062	1,050	1,090	0,203
2012-2013	0,446	1,203	0,991	0,939	0,178
2013-2014	0,766	2,279	1,044	1,186	0,392
<i>Índice de Malmquist</i>					
2010-2011	0,514	2,118	0,838	0,859	0,214
2011-2012	0,665	2,062	1,018	1,070	0,237
2012-2013	0,258	1,473	0,997	0,972	0,211
2013-2014	0,662	2,848	0,980	1,123	0,460

Fonte: Elaborada pela Autora.

Com relação aos componentes do IM, verificou-se que em média, o efeito positivo da evolução tecnológica (*frontier-shift effect*) foi mais determinante do que a mudança da eficiência técnica (*catch-up effect*) para produzir o crescimento na produtividade nos biênios 2011 para 2012 e 2013 para 2014. Esse mesmo comportamento foi verificado em termos medianos. Entre esses componentes, as maiores variabilidades foram verificadas no biênio 2012 a 2013 para o efeito *catch-up* e no biênio 2013 a 2014 para o efeito *frontier-shift*.

As Figuras 5.7 até 5.10 resumem o comportamento do IM e seus componentes para os quatro biênios.

Figura 5.7 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2010-2011.



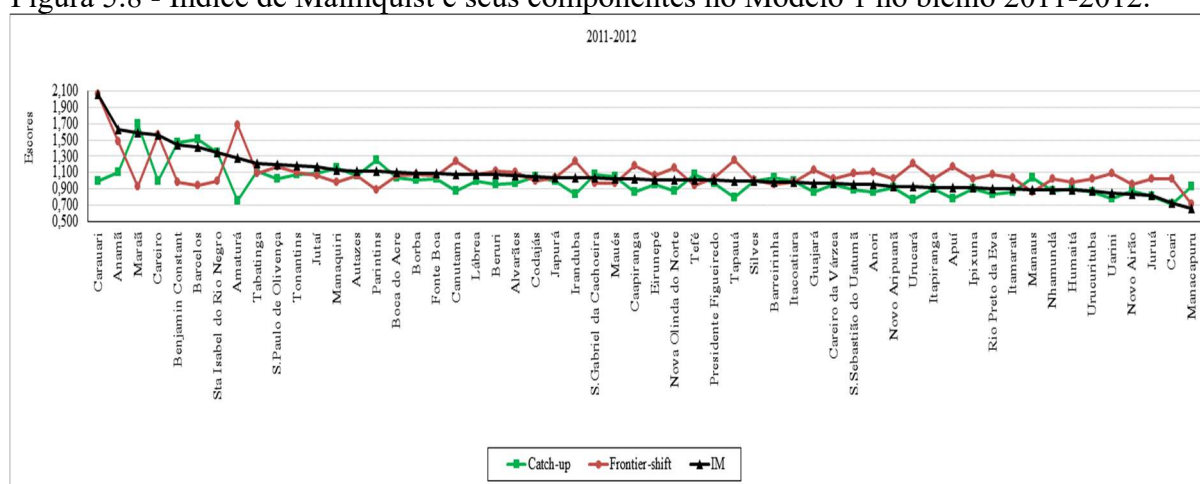
Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o biênio 2010 a 2011, apenas os municípios de Careiro, Coari, Manacapuru e Uarini, apresentaram melhoria de produtividade ($IM > 1$). Dentre esses, com exceção para Manacapuru, essa melhoria foi função do efeito positivo do componente que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*) de 2010 para 2011.

Conforme dados apresentados na Figura 5.7, o efeito predominante para 92,9% dos municípios no biênio 2010 a 2011 foi o que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*). As exceções, além de Manacapuru já explicitada, foram para os municípios de Ipixuna, Maraã e Silves para os quais o efeito positivo maior foi do progresso tecnológico (*frontier-shift effect*).

Já para o biênio de 2011 a 2012 (Figura 5.8), os municípios que apresentaram aumento de produtividade, colocados em ordem do maior ao menor valor do IM, foram: Carauari, Anamá, Maraã, Careiro, Benjamin Constant, Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro, Amaturá, Tabatinga, São Paulo de Olivença, Tonantins, Jutai, Manaquiri, Autazes, Parintins, Boca do Acre, Borba, Fonte Boa, Canutama, Lábrea, Beruri, Alvarães, Codajás, Japurá, Iranduba, São Gabriel da Cachoeira, Maués, Caapiranga, Eirunepé, Nova Olinda do Norte, Tefé e Presidente Figueiredo.

Figura 5.8 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2011-2012.



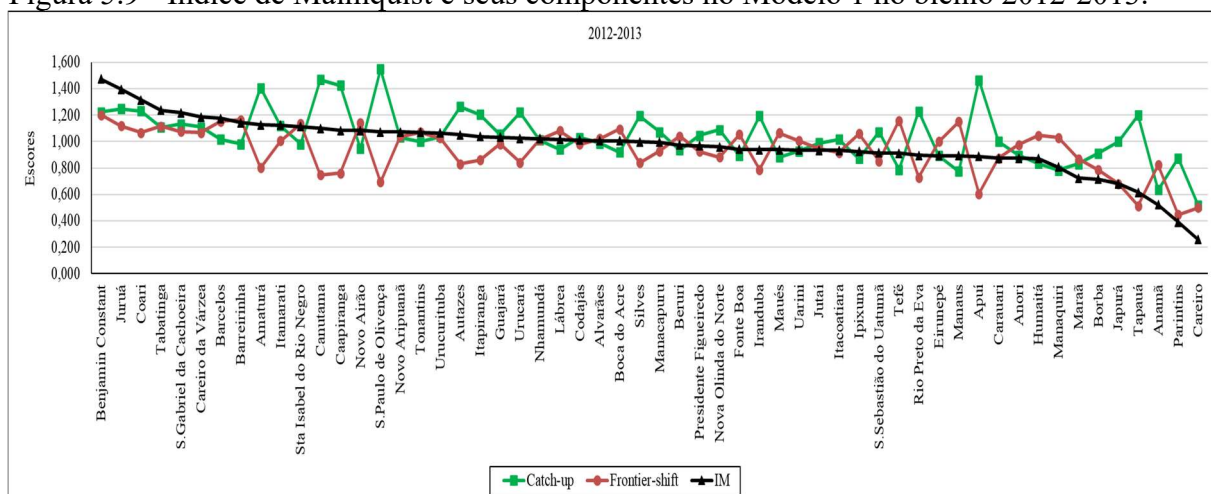
Fonte: Elaborada pela Autora.

Dentre esses, com exceção para os municípios de Benjamin Constant, Barcelos, Santa Isabel do Rio Negro, Tabatinga, Juruá, Manaquiri, Autazes, Parintins, Codajás, São Gabriel da Cachoeira, Maués e Tefé o efeito positivo do progresso tecnológico (*frontier-shift effect*) foi determinante para esse aumento de produtividade. Esse efeito, de modo geral, foi predominante para 69,6% de todos os municípios analisados.

Analisando a Figura 5.9, é possível indicar que os municípios que apresentaram aumento de produtividade no biênio 2012 a 2013, colocados em ordem do maior ao menor valor do IM, foram Benjamin Constant, Juruá, Coari, Tabatinga, São Gabriel da Cachoeira, Careiro da Várzea, Barcelos, Barreirinha, Amaturá, Itamarati, Santa Isabel do Rio Negro, Canutama, Caapiranga, Novo Airão, São Paulo de Olivença, Novo Aripuanã, Tonantins, Urucurituba, Autazes, Itapiranga, Guajará, Urucará, Nhamundá, Lábrea, Codajás, Alvarães e Boca do Acre.

Dentre esses municípios, com exceção para Tabatinga, Barcelos, Barreirinha, Santa Isabel do Rio Negro, Novo Airão, Novo Aripuanã, Tonantins, Nhamundá e Lábrea o efeito positivo determinante para essa melhoria foi o que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*). Esse efeito é predominante para 57,1% de todos os municípios.

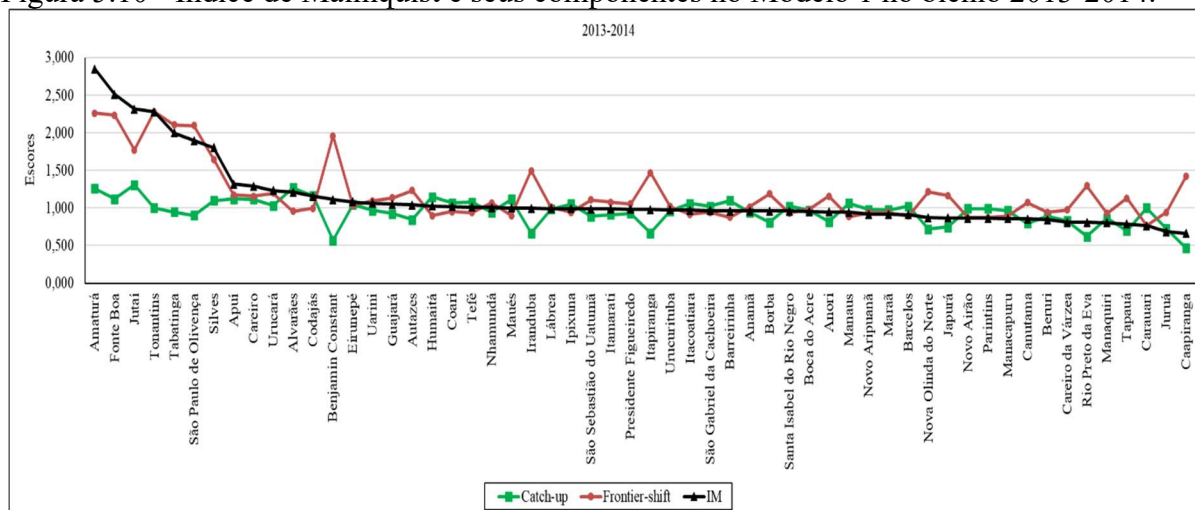
Figura 5.9 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2012-2013.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Por fim, para o biênio 2013 a 2014 (Figura 5.10), os municípios que apresentaram aumento de produtividade, colocados em ordem decrescente do valor do IM, foram Amaturá, Fonte Boa, Juruá, Tonantins, Tabatinga, São Paulo de Olivença, Silves, Apuí, Careiro, Urucará, Alvarães, Codajás, Benjamin Constant, Eirunepé, Uarini, Guajará, Autazes, Humaitá, Coari, Tefé e Nhamundá.

Figura 5.10 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 1 no biênio 2013-2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Dentre esses municípios, com exceção para Alvarães, Codajás, Eirunepé, Humaitá, Coari e Tefé, o efeito positivo do progresso tecnológico (*frontier-shift effect*) foi determinante para esse aumento. Esse efeito foi predominante para 62,5% de todos os municípios analisados.

Em resumo, no conjunto dos cinquenta e seis municípios, destacamos que Anori, Itacoatiara, Rio Preto da Eva, São Sebastião do Uatumã, Ipixuna, Tapauá e Manaus não

conseguiram aumentar a produtividade em nenhum dos biênios determinados. Relacionando esses resultados com os obtidos no primeiro estágio da DEA, verificamos que os quatro primeiros municípios não foram totalmente eficientes em nenhum momento do período analisado. Já Ipixuna alcançou a fronteira da eficiência apenas em 2010, Tapauá o fez nos anos de 2010, 2011 e 2013 e Manaus foi 100% eficiente durante todo o período.

Já entre os municípios que registraram aumento de produtividade, merecem destaque Autazes, Alvarães, Amaturá, Benjamin Constant, Careiro, Coari, São Paulo de Olivença, Tabatinga, Tonantins e Codajás que alcançaram essa melhoria em três dos quatro biênios estudados. Dentre esses municípios destacamos os dois últimos que foram 100% eficientes em todo o período e Autazes que não o foi em nenhum momento.

5.3 Resultados para o modelo 2

Aplicando a DEA-BCC orientada para os produtos, a fronteira de produção foi estimada para cinquenta e seis municípios do estado do Amazonas, considerando como insumos para esse modelo os recursos humanos (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde) e o número de estabelecimentos utilizados para a prestação dos serviços de atenção básica a saúde. Já os produtos foram o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários de saúde, o número de consultas médicas e de atendimentos individuais por enfermeiras (os), o número de pessoas cadastradas por município e a produção ambulatorial do município (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) todas considerando os modelos PACS e PSF.

5.3.1 Primeiro estágio da DEA

As medidas descritivas das eficiências para o período avaliado foram resumidas na Tabela 5.8. Entre 2010 e 2011, o número de municípios eficientes diminuiu de doze para onze. No terceiro ano o número de municípios eficientes caiu para o menor valor (9), crescendo para o maior valor (17) no ano seguinte no período analisado. No último ano (2014), o número de municípios eficientes diminuiu em relação ao ano anterior, mas ainda assim foi maior do que nos três anos iniciais.

Tabela 5.8 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano

Ano	Medidas Descritivas					
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variabilidade (%)	Número de municípios com escore 1
2010	0,283	0,764	1	0,181	23,67	12 (21,43%)
2011	0,316	0,733	1	0,183	25,01	11 (19,64%)
2012	0,420	0,777	1	0,143	18,37	9 (16,10%)
2013	0,470	0,855	1	0,149	17,37	17 (30,36%)
2014	0,266	0,804	1	0,177	22,00	14 (25,00%)

Fonte: Elaborada pela Autora.

Nesse modelo (Tabela 5.8), a menor eficiência técnica média (0,733) foi obtida em 2011 com variabilidade relativa de 25,01% e a maior (0,855) foi obtida no ano de 2013 com variabilidade relativa de 17,37%.

Os escores de eficiência técnica foram resumidos na Tabela 5.9 para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.9 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014

Municípios	Anos				
	2010	2011	2012	2013	2014
Alvarães	0,748	0,784	0,824	0,802	0,861
Amaturá	0,903	1	0,707	0,924	1
Anamá	0,835	1	1	1	0,770
Anori	0,614	0,586	0,701	0,729	0,717
Apuí	0,836	0,768	0,712	1	1
Autazes	0,615	0,622	0,653	0,752	0,898
Barcelos	0,283	0,316	0,420	0,687	0,533
Barreirinha	0,621	0,675	0,872	0,912	0,844
Benjamin Constant	0,483	0,480	0,622	1	0,443
Beruri	1	1	1	1	0,866
Boca do Acre	0,628	0,657	0,712	0,747	0,776
Borba	0,721	0,690	0,669	0,746	0,706
Caapiranga	0,931	0,827	0,710	1	0,726
Canutama	1	0,625	0,620	1	0,703
Carauari	1	0,795	1	1	1
Careiro	0,708	1	1	0,570	0,805
Careiro da Várzea	0,602	0,603	0,833	0,935	0,754
Coari	0,727	0,887	0,536	0,936	0,925
Codajás	0,598	0,486	0,721	0,789	1
Eirunepé	0,721	0,744	0,892	0,982	0,892
Fonte Boa	0,648	0,659	0,622	0,655	0,870
Guajará	0,850	0,715	0,688	0,718	0,688
Humaitá	0,830	0,769	0,708	0,857	0,879
Ipixuna	1	0,516	0,711	0,667	0,567
Irlanduba	1	1	0,820	1	1
Itacoatiara	1	0,799	0,914	1	1
Itamarati	1	0,617	0,779	0,903	1
Itapiranga	0,872	0,771	0,827	0,956	0,792
Japurá	0,793	0,824	0,796	1	1
Juruá	0,771	0,862	1	0,952	0,892
Jutaí	1	1	0,726	0,470	0,266

Conclusão

Municípios	Anos				
	2010	2011	2012	2013	2014
Lábrea	0,668	0,765	1	0,952	0,899
Manacapuru	0,993	1	0,803	1	0,955
Manaquiri	0,533	0,976	0,595	0,753	0,476
Manaus	0,431	0,410	1	1	1
Maraã	0,689	0,463	0,813	0,666	0,703
Maués	0,716	0,624	0,721	0,708	0,632
Nhamundá	0,675	0,655	0,754	0,802	0,805
Nova Olinda do Norte	0,766	0,717	0,713	0,688	0,612
Novo Airão	0,660	0,592	0,643	0,579	0,509
Novo Aripuanã	0,757	0,586	0,816	0,707	0,678
Parintins	0,690	0,663	1	1	0,846
Presidente Figueiredo	0,769	0,696	0,815	0,949	0,927
Rio Preto da Eva	0,944	0,832	0,789	0,896	0,645
Santa Isabel do Rio Negro	0,431	0,336	0,540	0,546	0,493
São Gabriel da Cachoeira	0,556	0,566	0,690	1	1
São Paulo de Olivença	0,548	0,573	0,557	0,943	0,623
São Sebastião do Uatumã	0,636	0,645	0,780	0,797	0,676
Silves	1	0,814	0,879	0,999	1
Tabatinga	0,566	0,614	0,822	1	1
Tapauá	1	1	0,907	1	0,865
Tefé	0,677	0,700	0,667	0,654	0,773
Tonantins	1	1	1	1	1
Uarini	0,876	1	0,860	0,861	0,911
Urucará	0,879	0,770	0,593	0,810	1
Urucurituba	1	1	0,955	0,904	0,822

Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o conjunto de cinquenta e seis municípios analisados, verificou-se que Alvarães, Anori, Autazes, Barcelos, Barreirinha, Boca do Acre, Borba, Careiro da Várzea, Coari, Eirunepé, Fonte Boa, Guajará, Humaitá, Itapiranga, Manaquiri, Maraã, Maués, Nhamundá, Nova Olinda do Norte, Novo Airão, Novo Aripuanã, Rio Preto da Eva, Santa Isabel do Rio Negro, São Paulo de Olivença, São Sebastião do Uatumã e Tefé foram ineficientes em todo o período analisado.

Dentre esses municípios destacamos que Barcelos apontou escore de eficiência abaixo de 50% de 2010 a 2012, cresceu até alcançar pouco mais de 68% de eficiência em 2013 terminando o período com 53,3% em 2014. Já Santa Isabel do Rio Negro apresentou eficiência abaixo de 50% de 2010 a 2011 e em 2014 sem conseguir alcançar escore maior que 53,3% entre 2012 e 2013.

O município de Tonantins foi o único a permanecer 100% eficiente em todo o período analisado e o de Beruri permaneceu na fronteira nos quatro primeiros anos da pesquisa. Já Iranduba somente saiu da fronteira em 2011 e Anamã unicamente no primeiro e no último ano da série.

Ainda entre os municípios que alcançaram a fronteira da eficiência em algum momento do período analisado, também destacamos Manaus que permaneceu nela de 2012 a 2014, Itacoatiara que alcançou a mesma já em 2010 e depois nos dois últimos anos e, por fim, Tapauá que permaneceu na fronteira de 2010 a 2011 voltando a ela novamente somente em 2013.

5.3.1.1 Discriminação na fronteira

Com o propósito de melhorar a discriminação entre os municípios que formaram a fronteira da eficiência, foi aplicado o método da fronteira invertida e calculada a eficiência composta normalizada para ranquear esses municípios.

Dentre os municípios que alcançaram a fronteira em 2010 e 2011, Canutama e Uarini ocuparam a primeira posição respectivamente, no ano de 2012 foi o município de Beruri e nos dois últimos anos foi Itacoatiara.

O ranqueamento completo de todos os municípios pode ser verificado no Apêndice A.

5.3.1.2 Análise dos Benchmarks

A aplicação da DEA permite que cada município identifique um grupo de *benchmarking*, ou seja, um grupo de unidades que estão seguindo os mesmos objetivos e prioridades, mas apresentam um desempenho melhor.

A Figura 5.11 resume os municípios 100% eficientes que foram sinalizados mais vezes como referência em cada ano do período analisado.

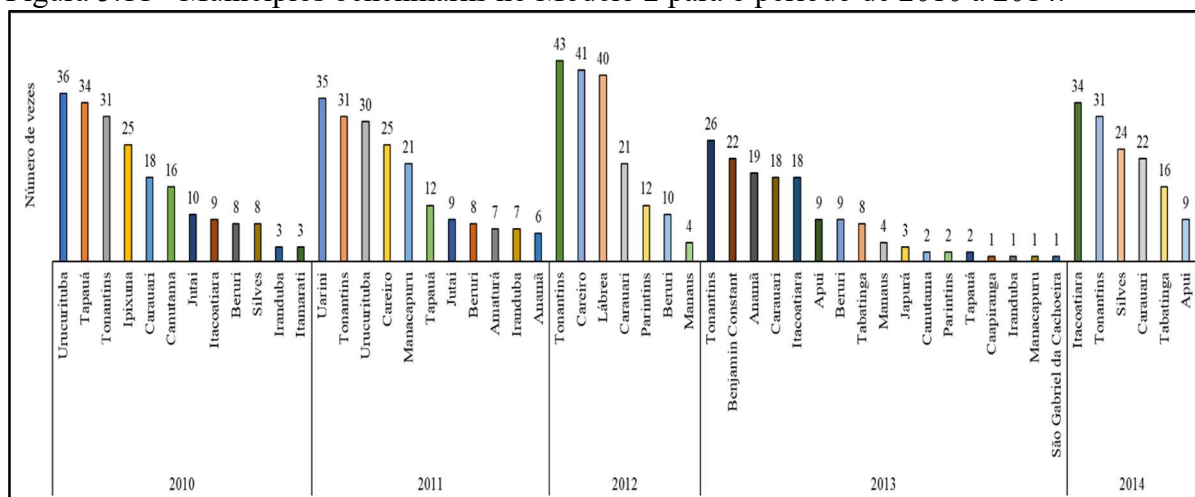
No ano de 2010, o município de Urucurituba foi referência para trinta e seis municípios, os quais, para alcançar a fronteira, precisariam aumentar, em média, 38,2% o número de visitas domiciliares, em 36,9% o número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), aumentar o número de pessoas cadastradas no PACS e PSF em 32,8% e crescer a produção ambulatorial em 35,2%.

Já no ano de 2011, Uarini foi sinalizado como referência para trinta e cinco municípios os quais precisariam para alcançar a fronteira, aumentar em média, em 35,1% o número de visitas domiciliares, em 42,6% o número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), cadastrar no PACS e PSF mais 35,9% de pessoas e aumentar a produção ambulatorial em 43,9%.

Nos anos de 2012 e 2013, Tonantins foi sinalizado como referência para quarenta e três e vinte e seis municípios, respectivamente. Os municípios para os quais Tonantins foi sinalizado

como referência no ano de 2012 precisariam, para alcançar a fronteira, aumentar em média 36,8% o número de visitas domiciliares, em 40,8% o número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), cadastrar no PACS e PSF mais 26,3% de pessoas e aumentar a produção ambulatorial em 31,8%. No ano seguinte, esses percentuais médios deveriam aumentar em 30,0%, 30,5%, 22,8% e 35,5% respectivamente para cada um dos produtos.

Figura 5.11 - Municípios benchmarks no Modelo 2 para o período de 2010 a 2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Finalmente, no ano de 2014 o município mais referenciado foi Itacoatiara, de modo que os trinta e quatro municípios que o sinalizaram como referência precisariam, em média, aumentar em 29,2% o número de visitas domiciliares, em 38,1% o número de atendimentos para consultas por médicas(os)/enfermeiras(os), cadastrar no PACS e PSF mais 26,8% de pessoas e aumentar a produção ambulatorial em 26,4%.

5.3.2 Segundo estágio da DEA

Nessa etapa da análise os escores de eficiência técnica obtidos no primeiro estágio da DEA foram usados como variável dependente nos ajustes de regressão com dados em painel para o período de 2010 a 2014.

As variáveis regressoras selecionadas foram as mesmas já explicitadas no Modelo 1.

Para a escolha do melhor modelo de ajuste de regressão com dados em painel, foram aplicados os testes de Multiplicadores de Lagrange (valor-p < 0,001) e o de Hausman (valor-p = 0,001). Esses resultados sinalizaram a rejeição dos ajustes pelo modelo agrupado (*pooled*) e pelo modelo de efeitos aleatórios de modo que os escores de eficiência foram ajustados como variável dependente num modelo de efeitos fixos.

Os critérios de verificação e exclusão de variáveis por problema de multicolinearidade foram os mesmos aplicados no Modelo 1.

Também foi verificado pelo teste de Breusch-Pagan (1979) a existência de evidência de heterocedasticidade dos resíduos (valor-p = 0,007) e pelo teste de Wooldridge (2002) a existência de evidência de autocorrelação dos resíduos (valor-p < 0,0001).

Considerando esses resultados, para obter estimadores consistentes para os erros padrão, foi adotado o estimador HAC (*Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent*) para a matriz de covariância dos coeficientes estimados.

A partir do ajuste inicial, as variáveis de maior valor-p foram sendo retiradas uma a uma (*backward stepwise elimination*) até que ficassem somente aquelas que apresentassem influência significativa.

A Tabela 5.10 resume os resultados do ajuste de regressão considerando efeitos fixos com os escores de eficiência como variável dependente para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.10 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no Modelo 2.

Fonte	Modelo Final		
	β	E.P. (β)	Valor-p
Densidade populacional (x10)	0,285	0,024	<0,001
População residente \leq 19 anos (%)	-0,010	0,004	0,016
R ²	10,99%		

Nota: E.P. = erro padrão.

Fonte: Elaborada pela Autora.

Os resultados da regressão de dados em painel no modelo de ajuste final, duas variáveis evidenciaram influência significativa, sendo que a densidade populacional evidenciou efeito positivo e o percentual da população com 19 anos ou mais de idade evidenciou efeito negativo.

No estudo de Ramirez-Valdívia et al. (2011) e de Varela et al. (2012), em que os escores de ineficiência foram usados como variável dependente, a densidade populacional apresentou efeito negativo. Por outro lado, Mitropoulos et al. (2016) utilizaram os escores de eficiência como variável dependente aplicando DEA orientada para as entradas e encontraram efeito significativo e negativo para a densidade populacional. De modo geral, o esperado é que para um município que tenha população menos dispersa, o impacto dessa característica sobre o custo da prestação de serviços de atenção básica seja no sentido de reduzi-lo.

Com relação ao efeito do percentual da população na faixa etária de 19 anos ou menos, o trabalho de Varela et al. (2012) com municípios paulistas não verificou significância estatística para essa variável. Entretanto, segundo o relatório da Pesquisa Nacional de

Demografia e Saúde da Criança e da Mulher (PNDS) de 2006 (MS, 2009), as doenças respiratórias crônicas em crianças com menos de 5 anos apresentam potencial de evolução para a pneumonia e têm o risco de causar asma com o decorrer do tempo. Os resultados dessa pesquisa indicaram que a região Norte apresentou as maiores incidências de febre e tosse nessa faixa etária com 33,8% e 47,1% respectivamente, sendo que 34% das mães dessas crianças procuraram auxílio/tratamento em postos/centros de saúde do SUS.

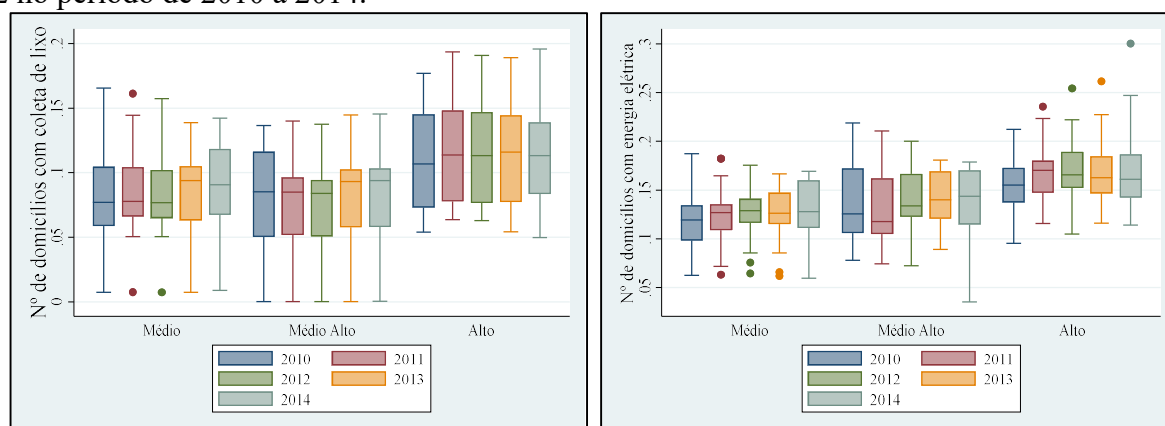
Com o objetivo de buscar uma compreensão para a discriminação entre os municípios, assim como no Modelo 1, todos eles foram então agrupados por meio de uma análise de *clusters*, segundo os escores de eficiência técnica, em três grupos definidos como Médio, Médio-Alto e Alto. Tais denominações foram dadas considerando os valores médios, em ordem crescente, dos escores de eficiência técnica de cada um dos grupos.

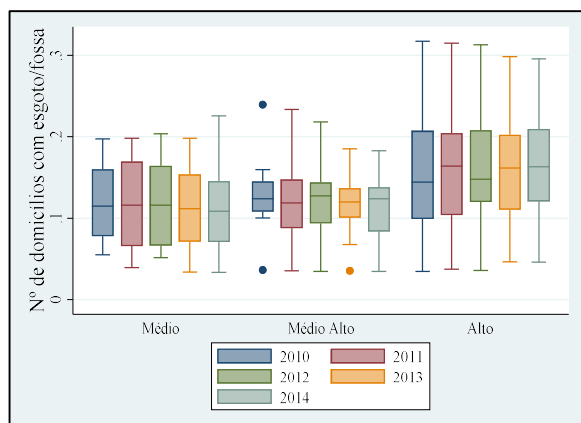
Todos os resultados das comparações entre os agrupamentos tomados dois a dois pelo teste de Mann-Whitney para o Modelo 2 podem ser verificados na tabela do Apêndice C.

Uma vez os municípios agrupados, fez-se a comparação para verificar se havia diferença entre eles com respeito as variáveis exógenas por meio do teste de Mann-Whitney. As Figuras 5.12 e 5.13 resumem o comportamento das variáveis para as quais foram verificadas diferenças estatisticamente significativas.

Para o número de domicílios com serviço de coleta de lixo, o agrupamento Alto mostrou-se significativamente superior em relação ao Médio e ao Médio-Alto, em 2011, 2012 e 2014, e esses não diferiram entre si. Nos anos de 2010 e 2013, o Alto diferiu apenas do Médio enquanto Médio e Médio-Alto e Médio-Alto e Alto não diferiram entre si.

Figura 5.12 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao número de domicílios com serviços de coleta de lixo, de energia elétrica e de esgoto/fossa para o Modelo 2 no período de 2010 a 2014.





Nota: Todas as variáveis foram tomadas em relação ao total da população de cada município e em cada um dos anos.

Fonte: Elaborada pela Autora.

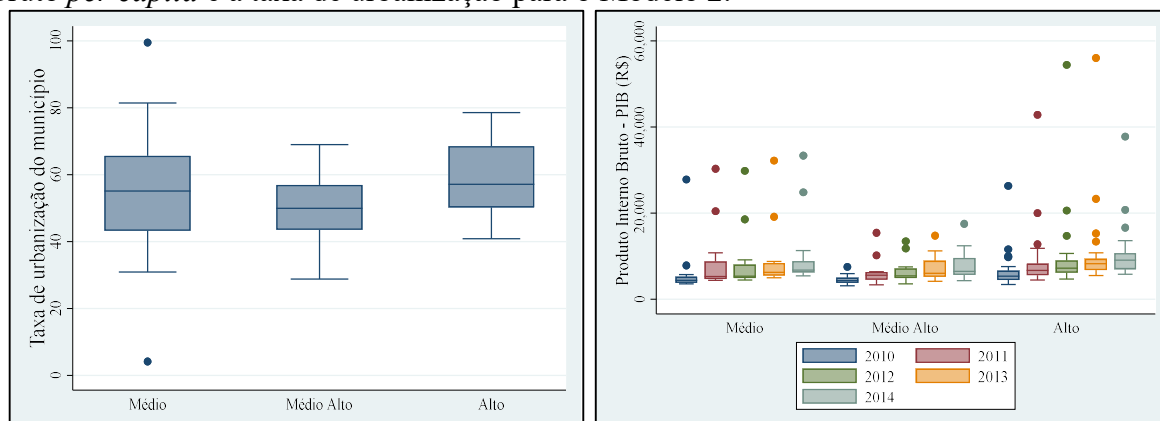
Para número de domicílios com serviço de energia elétrica o agrupamento Alto mostrou-se significativamente superior em relação aos agrupamentos Médio-Alto e Alto que por sua vez não diferiram entre si de 2011 a 2014. No ano de 2010 o agrupamento Alto diferiu apenas do Médio.

Para o número de domicílios com serviço esgoto/fossa o agrupamento Alto mostrou-se significativamente superior em relação ao Médio de 2011 a 2014, enquanto Médio e Médio-Alto e Médio Alto e Alto não diferiram entre si.

Por fim, para o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* (Figura 5.13) nos anos de 2010, 2012 e 2013 o agrupamento denominado Alto mostrou-se significativamente superior em relação ao Médio e ao Médio-Alto os quais, por sua vez, não diferiram entre si. No ano de 2011 o agrupamento Alto diferiu apenas do Médio-Alto e em 2014 apenas do Médio. Já com relação a Taxa de Urbanização do município, o agrupamento Alto mostrou-se significativamente superior em relação ao Médio-Alto apenas enquanto Médio e Médio-Alto e Médio e Alto não diferiram entre si.

Em resumo, como resultado das comparações, o agrupamento Alto se destaca com os maiores valores medianos para essas variáveis. Os municípios que formaram esse agrupamento foram: Amaturá, Anamá, Apuí, Barreirinha, Beruri, Caapiranga, Carauari, Coari, Eirunepé, Iranduba, Itacoatiara, Itamarati, Itapiranga, Japurá, Juruá, Lábrea, Manacapuru, Parintins, Presidente Figueiredo, Silves, Tabatinga, Tapauá, Tonantins, Uarini e Urucurituba.

Figura 5.13 - Box plot das comparações entre os agrupamentos com relação ao Produto Interno Bruto *per capita* e a taxa de urbanização para o Modelo 2.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Nesse conjunto destacamos Tonantins que permaneceu na fronteira da eficiência em todo o período analisado e os municípios de Barreirinha, Coari, Eirunepé, Itapiranga e Presidente Figueiredo que foram ineficientes também durante todo o período.

5.3.3 Índice de Malmquist

A Tabela 5.11 resume as estatísticas descritivas do índice de Malmquist e seus componentes para todos os cinquenta e seis municípios analisados nos quatro biênios.

Com relação ao índice de Malmquist, em média, no biênio 2010-2011 verificou-se que houve redução da produtividade de 1,4% enquanto no biênio 2012-2013 essa redução foi de 8,2%. Para os biênios 2011-2012 e 2012-2013, em média, o aumento da produtividade foi da ordem de 0,8% e 0,9% respectivamente. A maior variabilidade foi verificada no biênio 2010-2011 e a menor de 2012 a 2013. Em termos medianos, o IM sinalizou a redução da produtividade nos três primeiros biênios e no último biênio a produtividade permaneceu a mesma em 2014 em relação ao ano de 2013.

Tabela 5.11 - Estatísticas resumo do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 2 nos quatro biênios.

Biênio	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
<i>Catch-up effect</i>					
2010-2011	0,412	2,120	1,000	0,991	0,313
2011-2012	0,625	2,350	1,351	1,319	0,409
2012-2013	0,389	1,966	1,107	1,180	0,283
2013-2014	0,441	1,355	0,969	0,940	0,168

Biênio	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Conclusão
					Desvio Padrão
<i>Frontier-Shift Effect</i>					
2010-2011	0,453	2,607	0,929	1,004	0,286
2011-2012	0,443	1,791	0,733	0,805	0,269
2012-2013	0,304	0,929	0,824	0,783	0,125
2013-2014	0,806	1,455	1,045	1,070	0,119
Índice de Malmquist					
2010-2011	0,252	3,082	0,979	0,986	0,410
2011-2012	0,358	2,715	0,982	1,008	0,328
2012-2013	0,214	1,667	0,936	0,918	0,222
2013-2014	0,364	1,627	1,000	1,009	0,230

Fonte: Elaborada pela Autora.

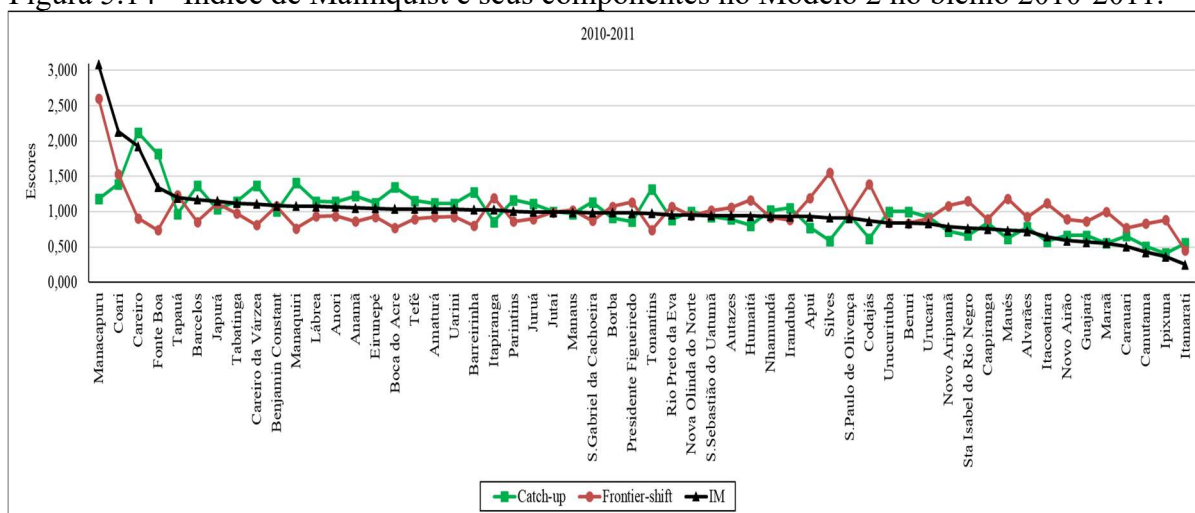
Com relação aos componentes do IM, verificou-se que em média, que houve progresso tecnológico (*frontier-shift effect*) nos biênios 2011-2012 e 2013-2014 o que não foi verificado nos dois outros biênios. Já com relação à mudança da eficiência técnica (*catch-up effect*), verificou-se que, em média, ela não melhorou apenas nos biênios 2010-2011 e 2013-2014.

Entre esses dois componentes, as maiores variabilidades foram verificadas no biênio 2011 a 2012 para o efeito *catch-up* e no biênio 2010 a 2011 para o efeito *frontier-shift*.

As Figuras 5.14 até 5.17 resumem o comportamento do IM e seus componentes para os quatro biênios.

Para o biênio 2010 a 2011, os municípios que apresentaram melhoria da produtividade foram, em ordem decrescente do IM: Manacapuru, Coari, Careiro, Fonte Boa, Tapauá, Barcelos, Japurá, Tabatinga, Careiro da Várzea, Benjamin Constant, Manaquiri, Lábrea, Anori, Anamá, Eirunepé, Boca do Acre, Tefé, Amaturá, Uarini, Barreirinha, Itapiranga e Parintins. Para esses, com exceção para Manacapuru, Coari, Tapauá, Japurá, Benjamin Constant e Itapiranga, essa melhoria foi função do efeito positivo do componente que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*) no biênio.

Figura 5.14 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2010-2011.

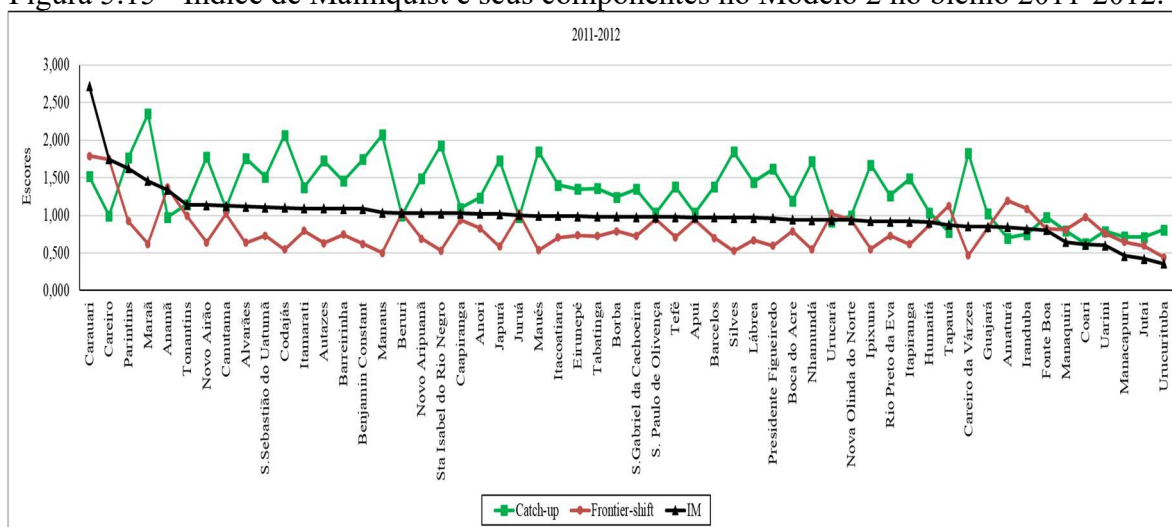


Fonte: Elaborada pela Autora.

No biênio 2011-2012 (Figura 5.15) os municípios que apresentaram melhoria da produtividade foram, em ordem decrescente do IM: Carauari, Careiro, Parintins, Maraã, Anamá, Tonantins, Novo Airão, Canutama, Alvarães, São Sebastião do Uatumã, Codajás, Itamarati, Autazes, Barreirinha, Benjamin Constant, Manaus, Beruri, Novo Aripuanã, Santa Isabel do Rio Negro, Caapiranga, Anori, Japurá e Juruá.

Também para esses municípios, com exceção para Carauari, Careiro, Anamá, Beruri e Juruá o efeito positivo foi do componente que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*) no biênio.

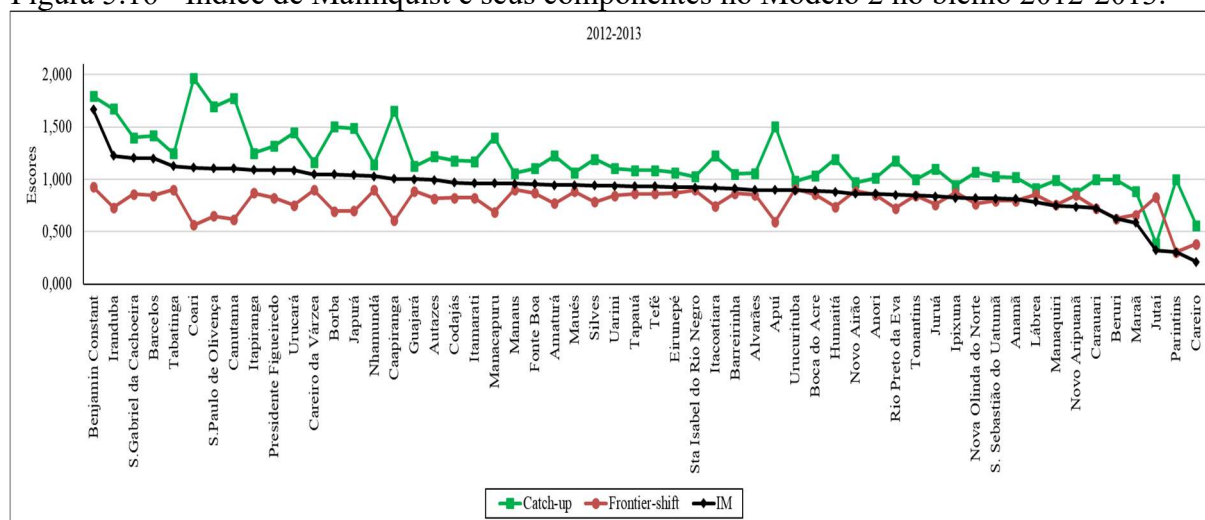
Figura 5.15 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2011-2012.



Fonte: Elaborada pela Autora.

No biênio 2012-2013 (Figura 5.16), os municípios que apresentaram melhoria da produtividade foram, em ordem decrescente do IM: Benjamin Constant, Iranduba, São Gabriel da Cachoeira, Barcelos, Tabatinga, Coari, São Paulo de Olivença, Canutama, Itapiranga, Presidente Figueiredo, Urucará, Careiro da Várzea, Borba, Japurá, Nhamundá, Caapiranga e Guajará. Para todos esses municípios o efeito positivo predominante foi do componente que reflete o aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*).

Figura 5.16 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2012-2013.



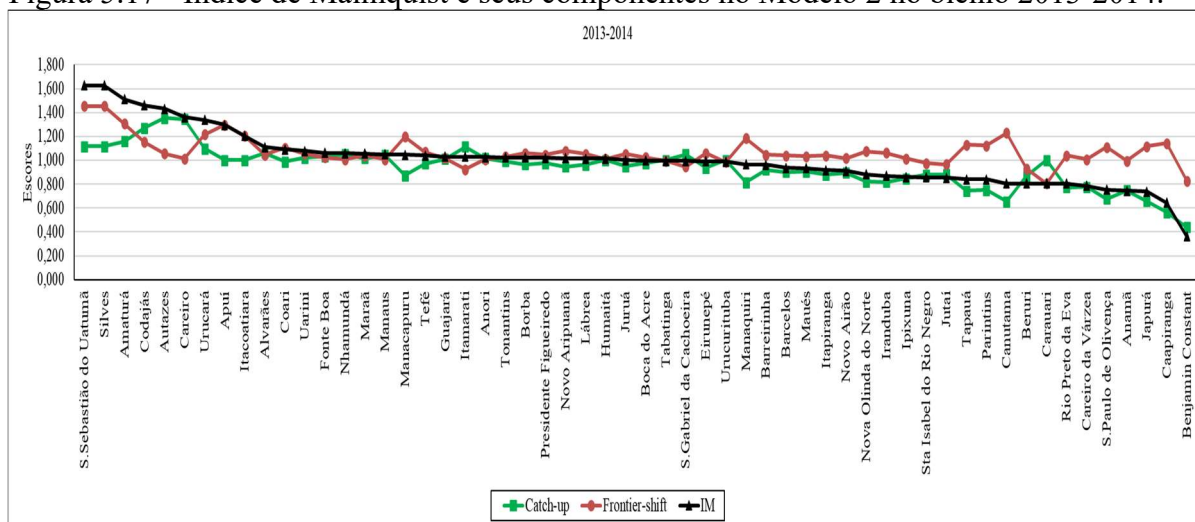
Fonte: Elaborada pela Autora.

Finalmente, para o biênio 2013-2014 (Figura 5.17), os municípios que apresentaram melhoria da produtividade foram, em ordem decrescente do IM: São Sebastião do Uatumã, Silves, Amaturá, Codajás, Autazes, Careiro, Urucará, Apuí, Itacoatiara, Alvarães, Coari, Uarini, Fonte Boa, Nhamundá, Maraã, Manaus, Manacapuru, Tefé, Guajará, Itamarati, Anori, Tonantins, Borba, Presidente Figueiredo, Novo Aripuanã, Lábrea e Humaitá.

Com exceção para os municípios de Codajás, Autazes, Careiro, Alvarães, Fonte Boa, Nhamundá, Manaus, Itacoatiara e Anori, para os demais o efeito positivo predominante foi do progresso tecnológico (*frontier-shift effect*).

No geral, no conjunto dos cinquenta e seis municípios, destacamos que Maués, Nova Olinda do Norte, Rio Preto da Eva, Ipixuna, Jutaí e Urucurituba não apresentaram melhoria da produtividade em nenhum dos biênios. Dentre esses, os três primeiros não foram 100% eficientes em nenhum momento do período analisado. Já Ipixuna alcançou a eficiência máxima somente no ano de 2010 enquanto Jutaí e Urucurituba conseguiram somente nos anos de 2010 e 2011.

Figura 5.17 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 2 no biênio 2013-2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Já entre os municípios que registraram aumento de produtividade em algum dos biênios, merecem destaque Coari que não apresentou melhoria apenas no segundo biênio, Anori e Careiro que não o fizeram apenas no terceiro biênio, e Japurá, que não o fez somente no quarto biênio. O primeiro e o segundo municípios não foram totalmente eficientes em nenhum momento e o Careiro foi 100% eficiente tão somente nos anos de 2011 e 2012.

5.4 Resultados para o modelo 3

Aplicando a DEA-BCC orientada para os produtos, a fronteira de produção foi estimada para cinquenta e seis municípios do estado do Amazonas considerando como insumos para esse modelo os recursos humanos (médicos, enfermeiros, auxiliares de enfermagem e agentes comunitários de saúde) e o número de estabelecimentos utilizados para a prestação dos serviços de atenção básica a saúde. Já os produtos foram a porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas pela atenção básica apresentou e a porcentagem de crianças com peso normal ao nascer.

5.4.1 Primeiro estágio da DEA

As medidas descritivas das eficiências técnicas para o período avaliado foram resumidas na Tabela 5.12.

Nesse modelo foram observadas as maiores médias de eficiência técnica, em todo o período analisado, quando comparadas as dos outros dois modelos.

Tabela 5.12 - Medidas descritivas das eficiências técnicas por ano

Ano	Medidas Descritivas					
	Mínimo	Média	Máximo	Desvio Padrão	Coefficiente de Variabilidade (%)	Número de municípios com escore 1
2010	0,926	0,976	1	0,021	2,10	11 (19,64%)
2011	0,913	0,969	1	0,021	2,14	7 (12,5%)
2012	0,933	0,974	1	0,018	1,90	9 (16,1%)
2013	0,870	0,973	1	0,026	2,67	12 (21,43%)
2014	0,883	0,971	1	0,021	2,21	7 (12,5%)

Fonte: Elaborada pela Autora.

Entretanto, apesar desse modelo ter apresentados os maiores valores médios de eficiência também nele foram verificadas as menores quantidades de municípios 100% eficientes em relação aos outros dois modelos de análise. O número de municípios totalmente eficientes diminuiu de 11 para 7 entre 2010 e 2011 voltando a crescer nos dois anos seguintes alcançando a maior quantidade em 2013 (12) e terminando a série com apenas 7 municípios com eficiência máxima.

Nesse modelo (Tabela 5.12), a menor eficiência técnica média (0,969) foi obtida em 2011 com variabilidade relativa de 2,14% e a maior (0,976) foi obtida no ano de 2011 com variabilidade relativa de 2,10%.

Os escores de eficiência técnica foram resumidos na Tabela 5.13 para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.13 - Escores de eficiência técnica para o período de 2010 a 2014.

Municípios	Anos				
	2010	2011	2012	2013	2014
Alvarães	0,989	0,954	0,953	0,989	0,969
Amaturá	0,965	0,926	0,993	0,988	0,996
Anamá	0,938	0,932	0,979	0,993	0,995
Anori	1	0,985	0,976	1	0,987
Apuí	0,980	0,982	0,960	0,965	0,962
Autazes	0,980	0,955	0,965	0,965	0,968
Barcelos	0,964	0,967	0,968	0,977	0,979
Barreirinha	0,993	0,972	0,990	0,973	0,968
Benjamin Constant	1	1	1	0,973	0,963
Beruri	1	1	1	1	1
Boca do Acre	0,942	0,955	0,984	0,970	0,989
Borba	0,976	0,958	0,953	0,944	0,965
Caapiranga	0,947	0,971	0,988	0,963	0,988
Canutama	0,942	0,975	0,957	0,999	0,990
Carauari	0,984	0,995	0,964	0,971	0,962

Conclusão

Municípios	Anos				
	2010	2011	2012	2013	2014
Careiro	0,974	0,957	1	0,972	1
Careiro da Várzea	1	1	0,982	0,988	0,987
Coari	0,977	0,959	0,977	0,970	0,965
Codajás	0,980	0,970	0,997	0,980	0,968
Eirunepé	0,926	0,951	0,945	0,949	0,943
Fonte Boa	0,946	0,913	1	0,940	0,946
Guajará	0,970	0,990	0,953	0,942	0,947
Humaitá	0,971	0,950	0,967	0,972	0,968
Ipixuna	0,963	0,951	0,959	0,972	0,952
Irاندوبا	0,981	0,957	0,969	0,950	0,955
Itacoatiara	0,973	0,951	0,973	0,970	0,985
Itamarati	1	0,976	0,982	0,870	0,883
Itapiranga	0,956	0,975	0,985	1	1
Japurá	0,998	0,972	0,936	0,968	0,961
Juruá	1	0,990	1	1	0,974
Jutaí	1	1	0,979	0,898	0,928
Lábrea	0,988	0,961	1	0,990	0,964
Manacapuru	0,972	0,963	0,974	0,965	0,984
Manaquiri	0,944	1	0,986	1	0,951
Manaus	1	1	1	1	1
Maraã	0,990	0,958	0,969	0,962	0,971
Maués	0,966	0,962	0,964	0,970	0,975
Nhamundá	0,975	0,965	1	0,979	0,971
Nova Olinda do Norte	0,938	0,946	0,972	0,933	0,922
Novo Airão	0,941	0,952	0,942	0,946	0,976
Novo Aripuanã	1	0,969	0,992	1	0,978
Parintins	0,982	0,955	1	0,983	1
Presidente Figueiredo	1	0,975	0,945	0,989	0,973
Rio Preto da Eva	0,964	0,951	0,957	0,968	0,948
Santa Isabel do Rio Negro	0,973	0,938	0,965	1	0,975
São Gabriel da Cachoeira	0,979	0,971	0,973	1	1
São Paulo de Olivença	0,996	0,980	0,984	0,973	0,967
São Sebastião do Uatumã	1	0,989	0,958	0,996	0,969
Silves	0,983	0,991	0,933	1	0,974
Tabatinga	0,974	0,977	1,000	1	1
Tapauá	0,998	0,943	0,974	0,958	0,968
Tefé	0,984	0,953	0,969	0,938	0,975
Tonantins	0,971	0,982	0,968	0,966	0,959
Uarini	0,945	1	0,948	1	0,976
Urucará	0,996	0,992	0,967	0,984	0,975
Urucurituba	0,983	0,996	0,983	0,998	0,961

Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o conjunto de cinquenta e seis municípios do estudo, destacamos que Alvarães, Amaturá, Anamá, Apuí, Autazes, Barcelos, Barreirinha, Boca do Acre, Borba, Caapiranga, Canutama, Carauari, Coari, Codajás, Eirunepé, Guajará, Humaitá, Ipixuna, Irاندوبا, Itacoatiara, Japurá, Maraã, Maués, Nova Olinda do Norte, Novo Airão, Rio Preto da Eva, São Paulo de Olivença, Tapauá, Tefé, Tonantins, Urucará e Urucurituba apesar de apresentarem

escores maiores que 90% não alcançaram a eficiência máxima em nenhum momento do período analisado.

Os municípios de Beruri e Manaus foram os únicos que permaneceram na fronteira da eficiência em todo período estudado. Já os municípios de Itamarati, Presidente Figueiredo e São Sebastião do Uatumã foram 100% eficientes apenas no primeiro ano (2010) do período analisado.

Já o município de Benjamin Constant foi totalmente eficiente de 2010 a 2012 e o de Tabatinga de 2012 a 2014. Por fim, os municípios de Careiro da Várzea e Juruá foram eficientes de 2010 a 2011, Anori e Novo Aripuanã nos anos de 2010 e 2013, Manaquiri e Uarini nos anos de 2011 e 2013, o Careiro e Parintins nos anos de 2012 e 2014 e Itapiranga e São Gabriel da Cachoeira de 2013 a 2014.

5.4.1.1 Discriminação na fronteira

Com o propósito de melhorar a discriminação entre os municípios que formaram a fronteira de produção, foi aplicado o método da fronteira invertida e calculada a eficiência composta normalizada para ranquear esses municípios.

Dentre os municípios que alcançaram a fronteira em 2010 e 2011, Anori e Uarini ocuparam a primeira posição respectivamente, no ano de 2012 foi o município de Nhamundá, no ano de 2013 foi Juruá, e, finalmente, em 2014 foi o município de Beruri.

O ranqueamento completo de todos os municípios pode ser verificado no Apêndice A.

5.4.1.2 Análise dos Benchmarks

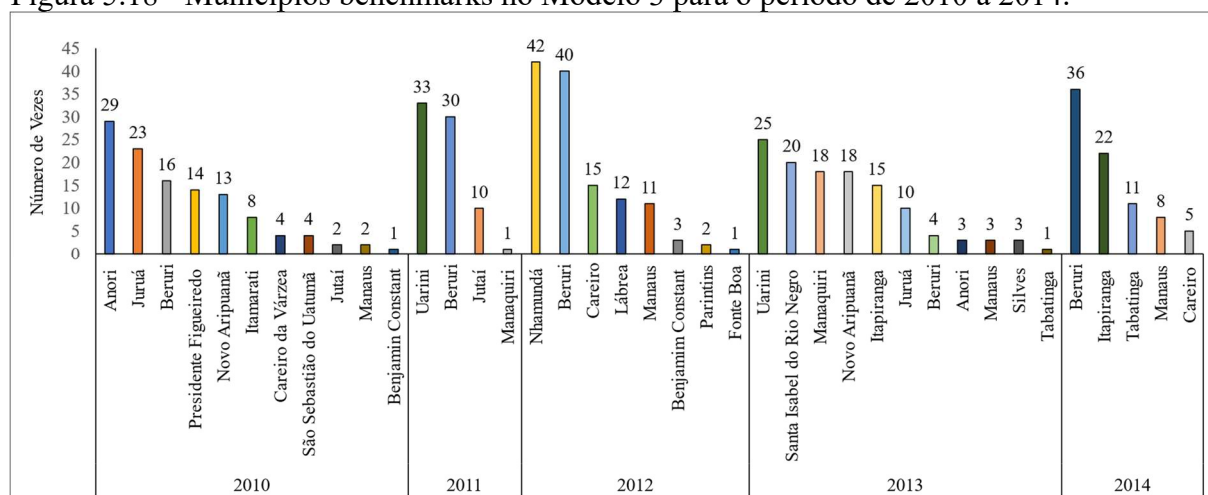
A aplicação da DEA permite que cada unidade identifique um grupo de *benchmarking*, ou seja, um grupo de unidades que estão seguindo os mesmos objetivos e prioridades, mas apresentam um desempenho melhor. Na sequência estão apresentados os resultados dessa parte da análise segundo cada um dos modelos adotados.

A Figura 5.18 resume os municípios que mais vezes foram sinalizados como referência para os demais.

O município de Beruri foi sinalizado como referência das melhores práticas em todo o período analisado. Especialmente em 2012 e 2014 foi o município sinalizado para quarenta e para trinta e seis municípios respectivamente.

Os municípios para os quais a referência das melhores práticas foi Beruri em 2012 precisariam, para chegar à fronteira, aumentar em média 10,8% o percentual de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica e em 2,9% o percentual de nascidos vivos com peso normal ao nascer. Já em 2014, esses percentuais médios de aumento seriam em média de 6,9% e 3,1% respectivamente.

Figura 5.18 - Municípios benchmarks no Modelo 3 para o período de 2010 a 2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Nos anos de 2011 e 2013, o município de Uarini foi sinalizado como referência para trinta e três e vinte e cinco municípios respectivamente. No ano de 2011 para que os municípios, para os quais Uarini foi sinalizado como referência, alcançassem a fronteira da eficiência seria necessário aumentar em média 7,4% o percentual de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica e em 3,8% o percentual de nascidos vivos com peso normal ao nascer. Já para os municípios do ano de 2013 o aumento médio deveria ser de 3,3% para os dois produtos.

Por fim, no ano de 2012 o município de Nhamundá foi sinalizado como referência para quarenta e dois municípios. Para que esses municípios para os quais Nhamundá foi sinalizado como referência pudessem alcançar a fronteira da eficiência seria necessário aumentar em média 13,3% o percentual de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica e em 3% o percentual de nascidos vivos com peso normal ao nascer.

5.4.2 Segundo estágio da DEA

Nessa etapa da análise, os escores de eficiência técnica obtidos no primeiro estágio da DEA foram usados como variável dependente nos ajustes de regressão com dados em painel para o período de 2010 a 2014.

As variáveis regressoras selecionadas foram as mesmas já explicitadas no Modelo 1.

Para a escolha do melhor modelo de ajuste de regressão com dados em painel, foram aplicados os testes de Multiplicadores de Lagrange (valor-p = 0,007) e o de Hausman (valor-p = 0,241). Pelos resultados testes foram rejeitados os ajustes pelo modelo agrupado (*pooled*) e pelo modelo de efeitos fixos. Sendo assim os escores de eficiência foram ajustados como variável dependente num modelo de efeitos aleatórios.

Os critérios de verificação e exclusão de variáveis por problema de multicolinearidade foram os mesmos aplicados no Modelo 1.

Também foi verificado pelo teste de Breusch-Pagan (1979) a existência de evidência de heterocedasticidade dos resíduos (valor-p = 0,041) e pelo teste de Wooldridge (2002) a não existência de evidência de autocorrelação dos resíduos (valor-p = 0,075).

Considerando esses resultados, para obter estimadores consistentes para os erros padrão, foi adotado o estimador HAC (*Heteroskedasticity and Autocorrelation Consistent*) para a matriz de covariância dos coeficientes estimados.

A partir do ajuste inicial, as variáveis de maior valor-p foram sendo retiradas uma a uma (*backward stepwise elimination*) até que ficassem somente aquelas que apresentassem influência significativa.

A Tabela 5.14 resume os resultados do ajuste de regressão considerando efeitos aleatórios com os escores de eficiência técnica como variável dependente para o período de 2010 a 2014.

Tabela 5.14 - Resultados da regressão para os escores de eficiência obtidos no modelo 3.

Fonte	Modelo final		
	β	E.P. (β)	Valor-p
Intercepto	1,078	0,058	<0,001
Densidade populacional (x10)	0,001	0,000	<0,001
IDHM – Educação	0,072	0,020	0,000
IDHM – Longevidade	-0,180	0,080	0,025
R^2	5,65%		

Nota: E.P. = erro padrão.

Fonte: Elaborada pela Autora.

Nesse terceiro caso, a densidade populacional e o IDHM na dimensão Educação apresentaram influência significativa e positiva, enquanto o IDHM na dimensão longevidade apresentou influência significativa e negativa sobre os escores de eficiência técnica.

A significância do IDHM-Educação e da densidade populacional também foram verificadas nos ajustes para os resultados dos Modelo 1 e 2 respectivamente.

O IDHM-Longevidade considera o número médio de anos que uma pessoa nascida em determinado município viveria, a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade (IBGE, 2013). Segundo dados do IBGE, a expectativa de vida ao nascer no Brasil que em 2010 era de 73,9 anos passou para 75,2 anos em 2014 enquanto no Amazonas ficou em 71,4 anos no mesmo ano. O aumento da expectativa de vida pode representar um fator de pressão sobre os gastos em saúde caso o comportamento das doenças e dos agravos à saúde na população não seja diminuído ou mantido constante segundo o trabalho de Payne et al. (2007).

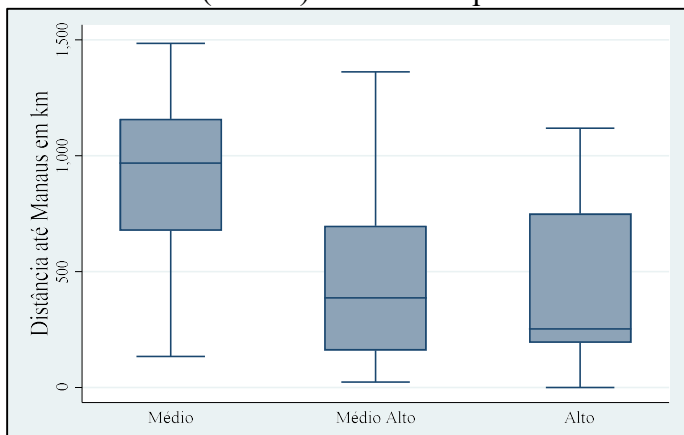
Com o objetivo de buscar uma compreensão para a discriminação entre os municípios, assim como no Modelo 1, todos eles foram então agrupados por meio de uma análise de *clusters*, segundo os escores de eficiência técnica, em três grupos definidos como Médio, Médio-Alto e Alto. Tais denominações foram dadas considerando os valores médios, em ordem crescente, dos escores de eficiência técnica de cada um dos grupos.

Todos os resultados das comparações entre os agrupamentos tomados dois a dois pelo teste de Mann-Whitney para o Modelo 3 podem ser encontrados na tabela do Apêndice D.

Uma vez os municípios agrupados, fez-se a comparação para verificar se havia diferença entre eles com respeito as variáveis exógenas por meio de do teste de Mann-Whitney.

Nesse modelo, Figura 5.19, somente com relação as distâncias aéreas (em km) entre os municípios e a capital Manaus foi verificada diferença significativamente superior entre os agrupamentos Médio e o Médio-Alto e ao Alto enquanto Médio-Alto e Alto não diferiram entre si.

Figura 5.19 - Box plot dos resultados das comparações entre os agrupamentos com relação a distância aérea (em km) até Manaus para o Modelo 3 no período de 2010 a 2014.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Os maiores valores medianos para essa variável foram verificados para os municípios que compõem o agrupamento denominado como Médio: Eirunepé, Guajará, Nova Olinda do Norte, Itamarati, Fonte Boa e Jutai. Dentre esses, os três primeiros não foram eficientes em nenhum momento, Itamarati foi eficiente em 2010 apenas, Fonte Boa em 2012 e Jutai que foi eficiente de 2010 a 2011.

5.4.3 Índice de Malmquist

A Tabela 5.15 resume as estatísticas descritivas do índice de Malmquist e seus componentes para todos os cinquenta e seis municípios analisados nos quatro biênios.

Com relação ao índice de Malmquist, em média, verificou-se redução na produtividade no primeiro, no segundo e no quarto biênios. Nos biênios 2010-2011, 2011-2012 e 2013-2014, em média, a redução foi de 8,1%, 5,4% e 2,8% respectivamente. Somente no último biênio foi verificado um aumento de produtividade de apenas 2,9% em média.

Tabela 5.15 - Estatísticas resumo do índice de Malmquist e seus componentes para o Modelo 3 nos quatro biênios.

Biênio	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
<i>Catch-up effect</i>					
2010-2011	0,343	2,076	0,995	1,031	0,300
2011-2012	0,611	1,862	1,412	1,376	0,286
2012-2013	0,355	1,425	1,017	1,018	0,180
2013-2014	0,670	1,326	0,982	0,968	0,124

					Conclusão
Biênio	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
Frontier-Shift Effect					
2010-2011	0,483	1,073	0,961	0,910	0,131
2011-2012	0,566	0,976	0,677	0,696	0,094
Frontier-Shift Effect					
2012-2013	0,930	1,123	0,994	1,014	0,052
2013-2014	0,959	1,061	1,006	1,004	0,019
Índice de Malmquist					
2010-2011	0,238	1,443	1,027	0,919	0,207
2011-2012	0,426	1,269	0,991	0,946	0,162
2012-2013	0,342	1,414	1,020	1,029	0,181
2013-2014	0,656	1,340	0,986	0,972	0,126

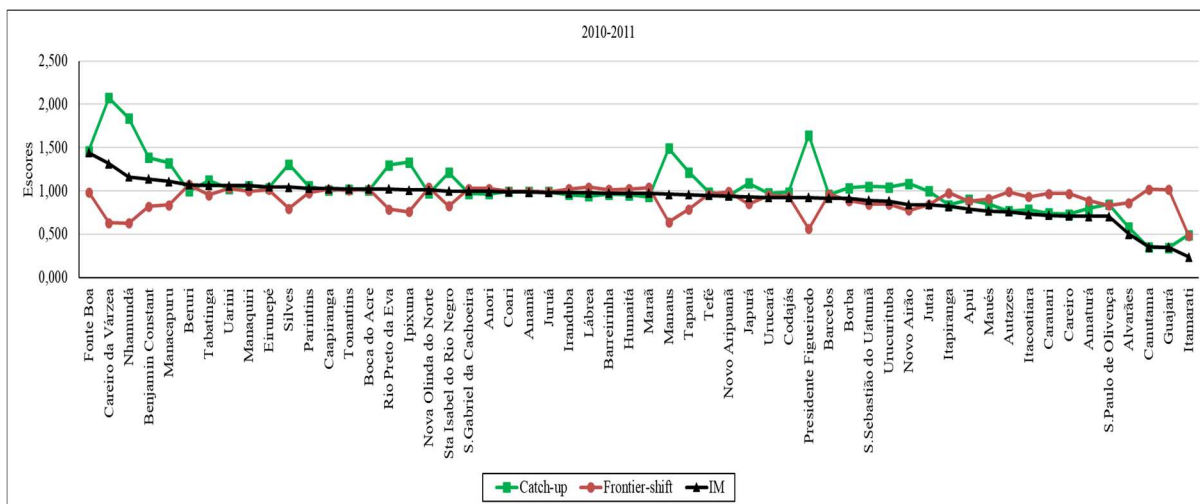
Fonte: Elaborada pela Autora.

Já com relação aos componentes do IM, verificou-se, em média, um efeito positivo com melhoria na mudança da eficiência técnica (*catch-up effect*) nos três primeiros biênios com redução no último apenas. Com relação ao efeito que mensura a mudança técnica (*frontier-shift effect*), em média, verificou-se um movimento de redução com efeito negativo na produtividade nos dois primeiros biênios para nos dois últimos biênios apresentar um efeito positivo na produtividade. Entre esses dois componentes, as maiores variabilidades foram verificadas no biênio 2010 a 2011 para o efeito *catch-up* e para o efeito *frontier-shift*.

As Figuras 5.20 a 5.22 resumem o comportamento do IM e seus componentes para os quatro biênios.

No biênio 2010-2011, os municípios que apresentaram melhoria da produtividade foram em ordem decrescente do IM: Fonte Boa, Careiro da Várzea, Nhamundá, Benjamin Constant, Manacapuru, Beruri, Tabatinga, Uarini, Manaquiri, Eirunepé, Silves, Parintins, Caapiranga, Tonantins, Boca do Acre, Rio Preto da Eva, Ipixuna e Nova Olinda do Norte. O efeito positivo predominante foi o da mudança da eficiência técnica (*catch-up effect*) com exceção para Beruri, Uarini, Caapiranga, Boca do Acre e Nova Olinda do Norte.

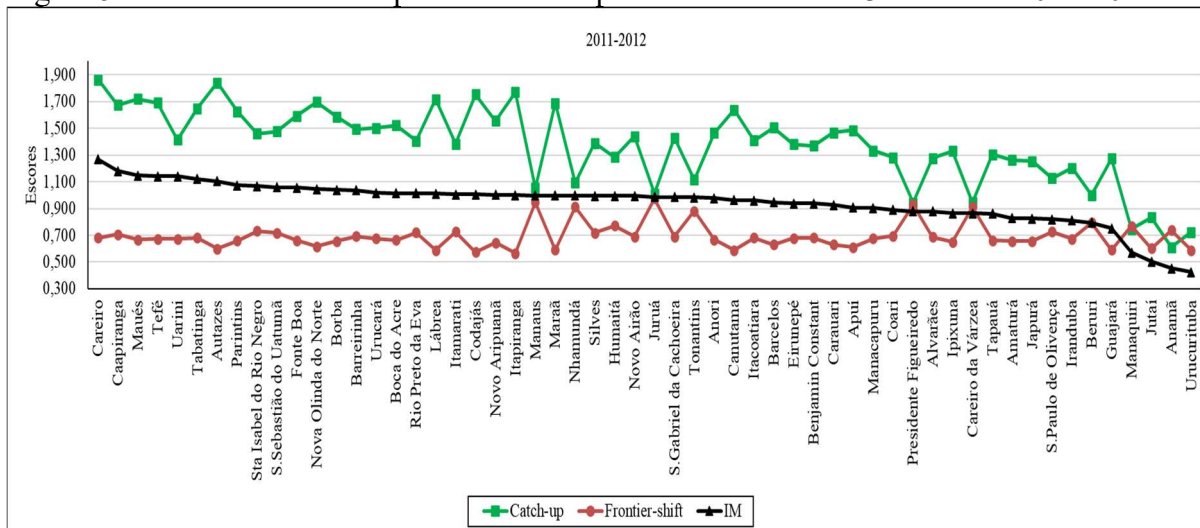
Figura 5.20 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2010-2011.



Fonte: Elaborada pela Autora.

Já no biênio 2011-2012 (Figura 5.21), a melhoria da produtividade, também com predominância do efeito positivo predominante da mudança da eficiência técnica (*catch-up effect*), foi verificada, em ordem decrescente do IM, para os municípios do Careiro, Caapiranga, Maués, Tefé, Uarini, Tabatinga, Autazes, Parintins, Santa Isabel do Rio Negro, São Sebastião do Uatumã, Fonte Boa, Nova Olinda do Norte, Borba, Barreirinha, Urucará, Boca do Acre, Rio Preto da Eva, Lábrea, Itamarati, Codajás, Novo Aripuanã e Itapiranga.

Figura 5.21 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2011-2012.



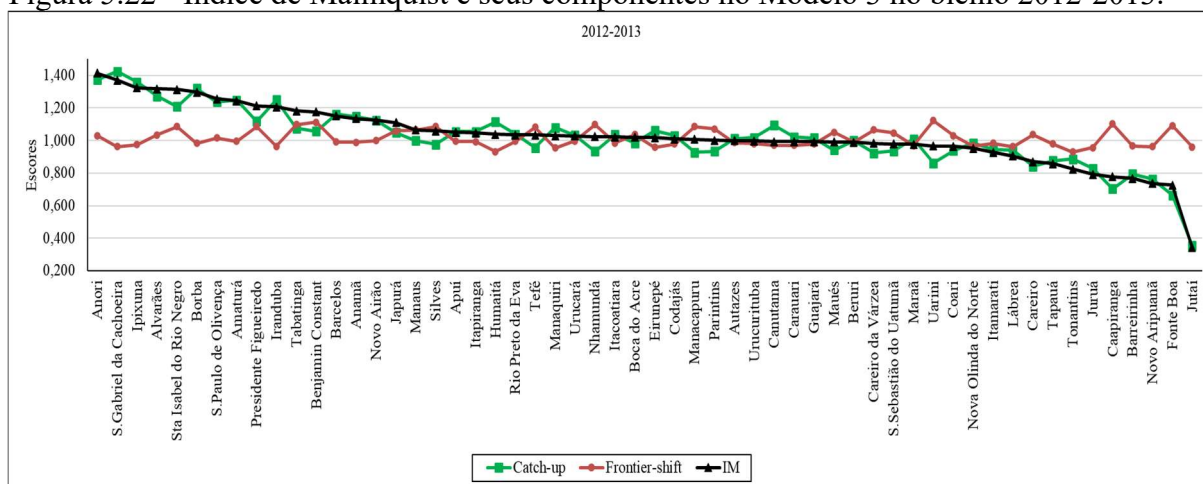
Fonte: Elaborada pela Autora.

Dentre todos esses municípios, apenas para Manaquiri e Anamã o efeito positivo predominante foi o que mensura o progresso tecnológico (*frontier-shift effect*).

Analisando o comportamento dos municípios no biênio 2012-2013 (Figura 5.22), verificou-se que os municípios de Anori, São Gabriel da Cachoeira, Ipixuna, Alvarães, Santa

Isabel do Rio Negro, Borba, São Paulo de Olivença, Amaturá, Presidente Figueiredo, Iranduba, Tabatinga, Benjamin Constant, Barcelos, Anamá, Novo Airão, Japurá, Manaus, Silves, Apuí, Itapiranga, Humaitá, Rio Preto da Eva, Tefé, Manaquiri, Urucará, Nhamundá, Itacoatiara, Boca do Acre, Eirunepé, Codajás, Manacapuru e Parintins apresentaram melhoria da produtividade.

Figura 5.22 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2012-2013.

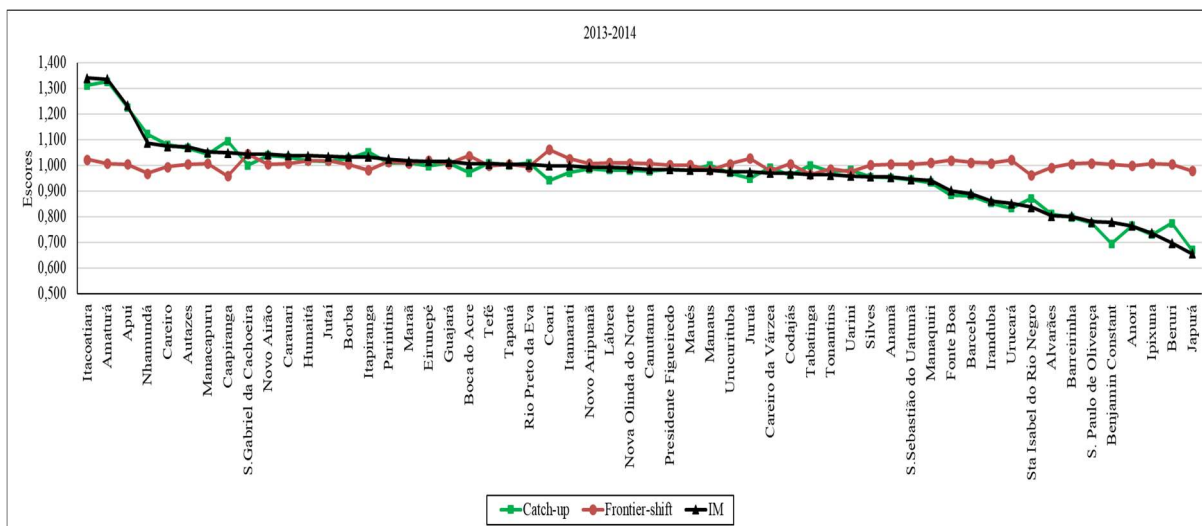


Fonte: Elaborada pela Autora.

Dentre esses, apenas para Tabatinga, Benjamin Constant, Japurá, Manaus, Silves, Tefé, Nhamundá, Boca do Acre, Manacapuru e Parintins o efeito positivo predominante foi o que mensura o progresso tecnológico (*frontier-shift effect*).

Finalmente, para o biênio 2013-2014 (Figura 5.23), os municípios de Itacoatiara, Amaturá, Apuí, Nhamundá, Careiro, Autazes, Manacapuru, Caapiranga, São Gabriel da Cachoeira, Novo Airão, Carauari, Humaitá, Jutai, Borba, Itapiranga, Parintins, Marã, Eirunepé, Guajará, Boca do Acre, Tefé, Tapauá e Rio Preto da Eva apresentaram aumento de produtividade com predominância do aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*). As exceções foram observadas para São Gabriel da Cachoeira, Humaitá, Jutai, Parintins, Eirunepé, Boca do Acre e Tapauá.

Figura 5.23 - Índice de Malmquist e seus componentes no Modelo 3 no biênio 2013-2014.



Fonte: Elaborada pela Autora.

De modo geral, destacamos que os municípios de Canutama, Coari, Juruá e Urucurituba não apresentaram melhoria de produtividade em nenhum biênio. No outro extremo, os municípios de Boca do Acre, Parintins e Rio Preto da Eva mantiveram a melhoria da produtividade durante todos os biênios analisados.

Confrontando com os resultados do primeiro estágio da DEA, verificou-se que com exceção para o Juruá que foi 100% eficiente nos anos de 2010, 2012 e 2013 e Parintins que o foi nos anos de 2012 e 2014, os demais não o foram em nenhum momento.

5.5 Síntese dos resultados das análises

Tomando como origem a questão de pesquisa e seus objetivos específicos, o estudo produziu os resultados a seguir resumidos.

A questão de pesquisa proposta foi definida como: como a avaliação de desempenho da gestão municipal de saúde pode contribuir para a melhoria da oferta de serviços da atenção básica no estado do Amazonas?

O primeiro objetivo específico foi conhecer os municípios com melhores desempenhos da gestão em saúde, o segundo foi identificar e verificar o efeito dos fatores associados aos melhores desempenhos e o terceiro foi comparar a produtividade dos municípios ao longo do período estudado.

Para possibilitar que os objetivos fossem atendidos e a pergunta respondida foi adotado um método quantitativo de análise com múltiplas etapas em que a técnica principal foi a Análise Envolvente de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*).

Considerando o referencial teórico levantado com foco na avaliação do desempenho da atenção à saúde e em especial da atenção básica à saúde com base em técnicas de otimização como a Análise de Fronteira Estocástica (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*) e a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), foram desenvolvidos três modelos empíricos enfatizando as análises sob os impactos dos recursos financeiros (Modelo 1) e dos recursos humanos e da estrutura física (Modelo 2) nas ações em saúde, e um terceiro Modelo considerando o impacto dos recursos humanos e estruturas físicas sobre os resultados em saúde (Modelo 3).

Na primeira parte da análise os escores de eficiência técnica foram determinados com a aplicação da DEA-BCC considerando retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale - VRS*) e a orientação para os produtos para cinquenta e seis municípios do Amazonas para o período de 2010 até 2014.

Nessa parte inicial da análise, para o Modelo 1 a eficiência média foi de 80,2% com variabilidade de 20,3% e um número médio de 15 municípios que foram 100% eficientes. Nesse modelo os insumos foram os recursos financeiros (valores consolidados) transferidos pelo Fundo Nacional de Saúde (FNS) na modalidade Fundo a Fundo para os municípios para aplicação nas ações e serviços da Atenção Primária e Assistência Farmacêutica e os produtos, que tem como base as ações de saúde, foram o número de visitas domiciliares realizadas por médicos, enfermeiros e/ou agentes comunitários de saúde, o número de consultas médicas e de atendimentos individuais por enfermeiras(os), o número de pessoas cadastradas por município e a produção ambulatorial do município (curativos, inalações, injeções, retirada de pontos, suturas e terapia de reidratação oral) todas considerando os modelos PACS e PSF.

Já no Modelo 2 que apresentou o menor valor médio de eficiência (78,7%) com a maior variabilidade (21,8%) e um número médio de 13 municípios que foram 100% eficientes, os insumos utilizados foram os recursos humanos e de estrutura física sob gestão dos municípios e os produtos foram os mesmos utilizados no Modelo 1.

Por fim, o Modelo 3 apresentou o maior valor médio de eficiência (97,3%), a menor variabilidade (2,2%) e o menor número médio (9) de municípios que foram 100% eficientes. Nesse modelo os insumos foram os mesmos do Modelo 2 e os produtos, que tiveram como centro os resultados em saúde, foram a porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica e a porcentagem de nascidos vivos com peso normal ao nascer.

Sendo assim, foi verificado que em todos os modelos havia a indicação da possibilidade de aumento da oferta de ações/resultados ligados à atenção básica, com mais destaque para o

Modelo 2 cujo aumento poderia ser da ordem de 21,3% e para o Modelo 1 com aumento possível de até 19,8%.

Esse resultado foi ao encontro ao verificado no trabalho de Miclos et al (2017), quando analisaram o desempenho da atenção básica para todos os municípios brasileiros analisando dados do ano de 2012 publicados pelo Programa de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB). Nesse estudo o modelo empírico que analisou as ações de saúde também exibiu maior quantidade de municípios eficientes que o modelo que analisou os resultados em saúde.

De modo que duas possíveis explicações para o alto valor médio da eficiência encontrado no Modelo 3 podem ser decorrência: da baixa qualidade da informação contida na variável porcentagem de internações que puderam ser identificadas e prevenidas na atenção básica dado que 90% dos serviços de média e alta complexidade do estado do Amazonas estão concentrados em Manaus, de modo que aos municípios basicamente cabe fazer a referência do usuário para o efetivo tratamento na capital; já com relação ao percentual de nascidos vivos com peso normal é uma variável que reflete as ações dos municípios no serviço de atendimento pré-natal.

Destacamos que os municípios de Autazes, Barcelos, Boca do Acre, Borba, Eirunepé, Guajará, Maraã, Maués, Nova Olinda do Norte, Novo Airão, Rio Preto da Eva e Tefé não alcançaram a fronteira da eficiência em nenhum momento do período analisado para nenhum dos três modelos definidos.

Dentre esses, Tefé ficou entre os cinco municípios que em média receberam *per capita* um maior volume de recursos financeiros para atenção farmacêutica, dispunha de maior quantidade de recursos humanos e de estabelecimentos voltados para o atendimento na atenção básica.

Por outro lado, Manaus formou a fronteira da eficiência em todos os anos do período analisado para os Modelo 1 e 3 e para os três últimos anos para o Modelo 2 e Tonantins o fez para os Modelos 1 e 2 e em nenhum momento para o Modelo 3.

O município de Tonantins foi sinalizado como referência, no Modelo 1, para 26 outros municípios em 2010, para 40 em 2012 e para 33 municípios em 2013. No Modelo 2, esse município foi sinalizado como referência para 31 municípios em 2010, para 43 em 2012 e para 26 em 2013.

Já Manaus foi sinalizada como referência no ano de 2010 para apenas 1 município no Modelo 1 e para 2 no Modelo 3 e no ano de 2012 para 6 no Modelo 1 e para 4 municípios no Modelo 2. Já no ano de 2013 foi sinalizado como referência nos Modelos 1, 2 e 3 para apenas

1, 4 e 3 municípios respectivamente, enquanto no ano de 2014 o foi somente para 3 municípios no Modelo 1 e para 8 no Modelo 3.

No segundo estágio da DEA, os escores de eficiência foram regredidos num painel de cinco anos para verificar quais variáveis ambientais, e, portanto, fora do controle dos gestores municipais, exerciam alguma influência sobre a eficiência.

A Tabela 5.16 resume os valores mínimos, médios e de número de municípios totalmente eficientes identificados no primeiro estágio da DEA e os principais resultados da análise de regressão do segundo estágio.

No Modelo 1 foi verificado o maior número (6) de variáveis ambientais estatisticamente significativas. Os resultados indicaram que apenas 7,21% da variação verificada nos escores de eficiência dos municípios poderiam ser explicados pelo PIB *per capita*, por um indicador de escolaridade da população adulta e jovem (IDHM-Educação) e pela taxa de urbanização do município todas com efeito positivo.

Também foram significativas, mas com efeito negativo sobre os escores de eficiência, um indicador da renda média mensal dos indivíduos residentes do município (IDHM-Renda), o percentual de pessoas com 65 anos ou mais de idade e a distância (em km) até Manaus.

A análise dos coeficientes da regressão permite avaliar que o IDHM-Renda com efeito negativo e IDHM-Educação com efeito positivo foram as variáveis com maior impacto sobre os escores de eficiência

Já no Modelo 2, esse percentual de explicação aumentou para 10,99%, mas apenas para a densidade populacional com efeito positivo e para o percentual da população residente com até dezenove anos de idade com efeito negativo. E, por fim, no Modelo 3 apenas 5,65% da variação verificada nos escores de eficiência dos municípios poderia ser explicada pela densidade populacional com efeito positivo, por um indicador de escolaridade da população adulta e jovem (IDHM-Educação) com efeito positivo e por um indicador de longevidade (IDHM-Longevidade) com efeito negativo.

Destacamos que no Modelo 2, a análise dos coeficientes da regressão sinalizou que a variável de maior impacto sobre os escores de eficiência foi a densidade populacional enquanto no Modelo 3 foi o IDHM-Longevidade.

Tabela 5.16 - Valores mínimos, médios, número de municípios totalmente eficientes, principais resultados da análise de regressão e da análise de clusters pós 1ª etapa da DEA para os três modelos de análise.

Modelo	Ano	Medidas Descritivas dos escores de eficiência			Variáveis significativas na regressão e seu efeito	Variáveis significativas verificadas nos clusters
		Mínimo	Média	Nº de municípios eficientes		
1	2010	0,283	0,764	14 (25,0%)	PIB <i>per capita</i> (x1000), IDHM – Educação e Taxa de Urbanização do município com efeito positivo. IDHM – Emprego e Renda, População residente ≥ 65 anos (%) e Distância em km entre os municípios e a capital Manaus com efeito negativo.	Nº de domicílios com serviços de coleta de lixo, com energia elétrica, com esgoto/fossa e com abastecimento de água dos municípios. Taxa de urbanização dos municípios. Produto Interno Bruto <i>per capita</i> dos municípios.
	2011	0,316	0,733	14 (25,0%)		
	2012	0,420	0,777	9 (16,1%)		
	2013	0,470	0,855	15 (26,8%)		
	2014	0,266	0,804	14 (25,0%)		
2	2010	0,283	0,764	12 (21,43%)	Densidade populacional (x10) com efeito positivo e percentual da população residente com 19 anos ou menos de idade com efeito negativo.	Nº de domicílios com serviços de coleta de lixo, com energia elétrica e com esgoto/fossa dos municípios. Taxa de urbanização dos municípios. Produto Interno Bruto <i>per capita</i> dos municípios.
	2011	0,316	0,733	11 (19,64%)		
	2012	0,420	0,777	9 (16,10%)		
	2013	0,470	0,855	17 (30,36%)		
	2014	0,266	0,804	14 (25,00%)		
3	2010	0,283	0,764	11 (19,64%)	Densidade populacional (x10) e IDHM – Educação com efeito positivo e a IDHM – Longevidade com efeito negativo	Distância aérea (em km) entre os municípios e a capital Manaus
	2011	0,316	0,733	7 (12,5%)		
	2012	0,420	0,777	9 (16,1%)		
	2013	0,470	0,855	12 (21,43%)		
	2014	0,266	0,804	7 (12,5%)		

Fonte: Elaborada pela Autora.

Para o Modelo 3, os resultados indicaram que apenas 5,65% da variação verificada nos escores de eficiência dos municípios poderiam ser explicados pela densidade populacional e pelo IDHM na dimensão Educação, que apresentaram efeito positivo, e pelo IDHM na dimensão longevidade com efeito negativo.

Para os três modelos foram feitas comparações pelo teste de Mann-Whitney entre os três agrupamentos de municípios definidos pela análise de *clusters* considerando os escores de eficiência. O objetivo foi buscar uma melhor compreensão para a discriminação entre os municípios com relação às mesmas variáveis definidas para a aplicação da regressão.

Os resultados das análises para o Modelo 1 indicaram significância estatística para as variáveis número de domicílios com serviços de coleta de lixo, com energia elétrica, com esgoto/fossa e com abastecimento de água dos municípios (tomadas em relação ao total da população de cada município). Os municípios que formaram o agrupamento denominado Médio apresentaram os menores valores medianos para essas variáveis.

Nesse mesmo modelo, as variáveis Taxa de urbanização e Produto Interno Bruto *per capita* dos municípios também apresentaram significância estatística. Os municípios que formaram o agrupamento denominado Alto apresentaram os maiores valores medianos para essas variáveis. Lembramos que essas duas variáveis também evidenciaram significância na análise de regressão para o Modelo 1 ambas com efeito positivo sobre os escores de eficiência.

Já para o Modelo 2, os resultados das análises indicaram significância estatística para as variáveis número de domicílios com serviços de coleta de lixo, com energia elétrica, com esgoto/fossa dos municípios (tomadas em relação ao total da população de cada município), para a taxa de urbanização e PIB *per capita* dos municípios. Os municípios que formaram o agrupamento denominado Alto se destacaram com os maiores valores medianos para essas variáveis.

Por fim, para o Modelo 3, somente a variável distância aérea (em km) entre os municípios e a capital Manaus foi estatisticamente significativa. Os municípios que formaram o agrupamento denominado Médio apresentaram os maiores valores medianos para essa variável.

Finalmente, considerando que o monitoramento do desempenho ao longo do tempo é importante, o índice de produtividade de Malmquist foi determinado para os quatro biênios do período analisado de cinco anos também para os três modelos.

A Tabela 5.17 resume o comportamento médio do Índice de Malmquist e seus componentes para os três modelos.

Os resultados indicaram que, em média, a maior involução na produtividade (14,1%) ocorreu no biênio 2010-2011 para o modelo 1 com o menor número (4) de municípios apresentando melhoria na produtividade.

Já a maior evolução na produtividade (12,3%), em média, foi verificada no biênio 2013-2014 também no Modelo 1 com 21 municípios apresentando melhoria de produtividade.

De modo geral, a produtividade ficou oscilando entre decréscimo e crescimento nos modelos 1 e 2. No Modelo 3, o resultado de involução na produtividade nos dois primeiros biênios foi influenciado pelo efeito negativo da mudança técnica (*frontier-shift effect*).

Lembrando que esse efeito reflete a produção de um resultado superior mediante uma menor utilização dos insumos (progresso tecnológico) sendo também conhecido como deslocamento da fronteira eficiente.

Tabela 5.17 - Valores médios do Índice de Malmquist e seus componentes para os três modelos de análise e quatro biênios analisados.

Modelos	Índice de Malmquist e seus componentes	Biênios			
		2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
1	Índice de Malmquist	0,859	1,070	0,972	1,123
	<i>Frontier-shift effect</i>	0,832	1,090	0,939	1,186
	<i>Catch-up effect</i>	1,034	0,990	1,044	0,950
Nº de municípios com IM > 1		4 (7%)	32 (57%)	27 (48%)	21 (38%)
2	Índice de Malmquist	0,986	1,008	0,918	1,009
	<i>Frontier-shift effect</i>	1,004	0,805	0,783	1,070
	<i>Catch-up effect</i>	0,991	1,319	1,180	0,940
Nº de municípios com IM > 1		22 (39%)	24 (43%)	17 (30%)	27 (48%)
3	Índice de Malmquist	0,919	0,946	1,029	0,972
	<i>Frontier-shift effect</i>	0,910	0,696	1,014	1,004
	<i>Catch-up effect</i>	1,031	1,376	1,018	0,968
Nº de municípios com IM > 1		18 (32%)	22 (39%)	32 (57%)	23 (41%)

Fonte: Elaborada pela Autora.

Nesse modelo apenas no biênio 2012-2013 foi verificada uma melhoria, em média, na produtividade de 2,9% somente com efeito positivo levemente predominante (1,8%) do aumento da eficiência técnica (*catch-up effect*).

Do conjunto de municípios que registraram aumento de produtividade em algum momento, destacamos Benjamin Constant, Careiro e Tabatinga que o fizeram em oito das doze combinações possíveis entre quantidade de biênios e os três modelos de análise.

Destacamos também os municípios do Anori, Itacoatiara, Rio Preto da Eva, São Sebastião do Uatumã, Ipixuna, Tapauá e Manaus que não conseguiram melhoria na produtividade em nenhum dos biênios analisados no Modelo 1. Da mesma forma, no Modelo 2, tal comportamento foi verificado para Maués, Nova Olinda do Norte, Rio Preto da Eva, Ipixuna, Jutai e Urucurituba. E finalmente, no Modelo 3 foram os municípios de Canutama, Coari, Juruá e Urucurituba que não o fizeram em nenhum biênio.

Finalmente, destacamos no Modelo 1 os municípios de Carauari, Codajás, Japurá, Manaus e Tonantins que foram 100% eficientes durante todo o período analisado, mas com relação a produtividade, o primeiro e o terceiro somente registraram melhoria no 2º biênio, o segundo o fez no 1º biênio apenas, Manaus não o fez em nenhum dos biênios e Tonantins o fez do 2º ao 4º biênios.

Já no Modelo 2 apenas Tonantins foi 100% eficiente em todo o período e registrou aumento na produtividade no 2º e no 4º biênios. Para o Modelo 3, Beruri foi totalmente eficiente em todo o período, mas somente registrou aumento de produtividade no 1º biênio e Manaus também foi totalmente eficiente, mas apenas registrou aumento de produtividade no 3º biênio.

De maneira geral, os resultados sinalizaram o efeito de nove variáveis ambientais sobre os escores de eficiência nos três modelos empíricos. Assim sendo, para que os municípios alcancem a fronteira da eficiência na gestão da saúde, além de otimizar seus recursos, faz-se necessário melhorar as variáveis que os contextualizam.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação do desempenho da gestão pública foi introduzida pelo movimento chamado de Nova Gestão Pública (*New Public Management* – NPM). Sua formulação básica é objeto do artigo seminal de Christopher Hood de 1991. A sua argumentação básica é a de que os problemas dos governos se relacionam a uma gestão pobre cujo resultado é um aumento da burocracia e uma ineficiência generalizada. Para embasar a avaliação do desempenho é importante medi-lo de forma a proporcionar um instrumento para dar suporte para a tomada de decisão da gestão.

Com essas considerações em vista, esta pesquisa se propôs a responder à questão sobre como a avaliação de desempenho da gestão municipal de saúde pode contribuir para a melhoria da oferta de serviços da atenção básica no estado do Amazonas?

O objetivo geral desse estudo foi, por meio de uma análise de múltiplas fases tendo uma técnica de otimização, especificamente a Análise Envoltória de Dados (DEA) como ferramenta principal, avaliar o desempenho dos gestores municipais do estado do Amazonas na gestão dos serviços de atenção básica à saúde para o período de 2010 a 2014.

A escolha da atenção básica à saúde considerou o fato de que ela funciona como a porta de entrada no SUS, ou seja, deve ser vista como o primeiro recurso de saúde a ser buscado quando há uma necessidade/problema de saúde estando assim mais perto de grande parte da população.

No primeiro estágio da análise, foram determinados os escores de eficiência para cinquenta e seis dos sessenta e dois municípios do estado do Amazonas considerando três modelos de análise definidos com base no referencial teórico levantado.

Nos três modelos analisados os resultados indicaram que havia espaço para aumentar a oferta de ações de saúde e de resultados em saúde ligados à atenção básica. Especificamente nos Modelos 1 e 2 cujos produtos estavam direcionados para as ações de saúde foi verificado que, em média, as possibilidades de crescimento dos serviços prestados à população foram da ordem de 19,8% e 21,3% respectivamente.

Em nenhum dos três modelos de análise a porcentagem de municípios que foram totalmente eficientes chegou a 40%. O Modelo 3, cujos produtos refletiam os resultados em saúde, apresentou o maior escore médio de eficiência (97,3%) mas o menor número médio (9) de municípios que alcançaram a fronteira da eficiência.

Desse modo, verificamos que embora tenha sido apurado que os municípios tenham conseguido alcançar uma eficiência média alta na produção de resultados em saúde, que pode

ser entendido como uma capacidade maior de resolutividade, os gestores poderiam ter desempenho melhor ainda se tivessem alcançado maior eficiência no desempenho das ações em saúde.

No segundo estágio da análise, usando regressão com dados em painel, o estudo buscou verificar quais variáveis ambientais poderiam apresentar algum impacto no desempenho da gestão pública municipal na prestação dos serviços de atenção básica.

Considerando os resultados dos três modelos no geral, eles indicaram que o percentual de pessoas com 65 anos ou mais de idade e o percentual de pessoas com até 19 anos de idade impactam negativamente a aplicação/utilização dos recursos financeiros, humanos e de infraestrutura física.

Nesse mesmo sentido, uma renda média mensal baixa, uma expectativa de vida maior e uma maior distância da capital Manaus, que concentra mais de 90% dos serviços de média e alta complexidade, também provocam um impacto negativo.

Por outro lado, os resultados dos três modelos indicaram, no geral, que um PIB *per capita* maior, um melhor nível de escolaridade da população, uma melhor urbanização dos municípios e uma maior densidade populacional provocam um efeito positivo sobre a aplicação/utilização dos recursos financeiros, humanos e de infraestrutura física.

O desempenho também foi avaliado ao longo do tempo por meio do índice de produtividade de Malmquist. Entretanto os resultados indicaram que diferentes municípios apresentaram melhoria na produtividade em modelos e biênios diferentes, a maior evolução (12,3%), em média, foi verificada no biênio 2013-2014 no Modelo 1 com apenas 21 municípios apresentando essa melhoria.

Os resultados das análises sugerem que o impacto maior sobre a eficiência pode ser função do planejamento e gestão das prioridades estabelecidas nos Planos Municipais de Saúde e detalhadas nas Programações Anuais de Saúde cujo propósito é definir as ações que garantirão o alcance dos objetivos e o cumprimento das metas anuais dos municípios.

A principal contribuição deste trabalho está na combinação de técnicas de análise para mensurar a eficiência na aplicação dos recursos financeiros, humanos e de estrutura física para a prestação dos serviços de atenção básica à saúde pelos gestores municipais do estado do Amazonas para um período de cinco anos e seus fatores associados. Os resultados obtidos por meio da análise dos três modelos empíricos construídos, permitiram identificar quais recursos os gestores municipais poderiam otimizar para melhorar a oferta de serviços de saúde.

O uso de base de dados secundárias que são alimentadas pelas Unidades Básicas de Saúde o que provocou a exclusão de municípios e de todo o ano de 2015 pode ser considerada uma limitação deste estudo.

Uma outra importante limitação foi ter encontrado nas fontes pesquisadas, apenas 21% das 310 Programações Anuais de Saúde dos municípios analisados para o período de 2010 a 2014 foram localizadas. A ausência de parte significativa desses documentos impossibilitou analisar a realização das ações para o alcance dos objetivos e metas estabelecidos nos Planos Municipais de Saúde o que certamente restringiu a análise mais apurada do desempenho da gestão na prestação dos serviços de atenção básica à saúde.

Como sugestão para futuros trabalhos, podemos recomendar a realização de um levantamento documental nas sedes dos 62 municípios do Amazonas dos Planos Municipais de Saúde (PMS), que são os instrumentos centrais do planejamento dos gestores municipais, das Programações Anuais de Saúde (PAS), que anualizam as metas e dos Relatórios Anuais de Gestão (RAG) que apresentam os resultados que foram alcançados ou não para subsidiar uma avaliação complementar quanto as prioridades de saúde definidas pelos gestores municipais.

Também seria interessante o desenvolvimento de um projeto que possibilitasse uma análise qualitativa a partir de entrevistas aplicadas aos gestores municipais, estaduais e coordenadores da atenção básica para melhor compreensão do processo de planejamento e sua gestão, e com gerentes das unidades básicas de saúde para avaliar o apoio da gestão central no atingimento das metas estabelecidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS⁴

- Afonso, A., & St. Aubyn, M. (2011). Assessing health efficiency across countries with a two-step and bootstrap analysis. *Applied Economics Letters*, 18(15), 1427–1430. doi: 10.1080/13504851.2010.541149
- Amado, C. A. F., & Dyson, R. G. (2009). Exploring the use of DEA for formative evaluation in primary diabetes care: An application to compare English practices. *Journal of the Operational Research Society*, 60(11), 1469–1482. doi: 10.1057/jors.2008.160
- Amado, C. A., & Santos, S. P. dos. (2009). Challenges for performance assessment and improvement in primary health care: The case of the Portuguese health centres. *Health Policy*, 91(1), 43–56. doi: 10.1016/j.healthpol.2008.11.008
- Amaratunga, D., & Baldry, D. (2002). Moving from performance measurement to performance management. *Facilities*, 20(5/6), 217–223. doi: 10.1108/02632770210426701
- Amemiya, T. (1984). Tobit models: A survey. *Journal of Econometrics*, 24(1–2), 3–61. doi: 10.1016/0304-4076(84)90074-5
- Andrade, L. O. M. de, Barreto, I. C. de H. C., & Bezerra, R. C. (2006). Atenção primária à saúde e estratégia saúde da família. In *Tratado de Saúde Coletiva* (pp. 783–836). Rio de Janeiro: Hucitec FIOCRUZ.
- Arah, O. A., Klazinga, N. S., Delnoij, D. M. ., Ten Asbroek, A. H. A., & Custers, T. (2003). Conceptual frameworks for health systems performance: a quest for effectiveness, quality, and improvement. *International Journal for Quality in Health Care*, 15(5), 377–398. doi: 10.1093/intqhc/mzg049
- Aristigueta, M. P., Cooksy, L. J., & Nelson, C. W. (2001). The Role of Social Indicators in Developing a Managing for Results System. *Public Performance & Management Review*, 24(3), 254–269. doi: 10.2307/3381088
- Baciu, L., & Botezat, A. (2014). A Comparative Analysis of the Public Spending Efficiency of the New EU Member States: A DEA Approach. *Emerging Markets Finance and Trend*, 50(sup40), 31–46. doi: 10.2753/REE1540-496X5004S402
- Balabonienė, I., & Večerskienė, G. (2015). The Aspects of Performance Measurement in Public Sector Organization. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 314–320. doi: 10.1016/j.sbspro.2015.11.544
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data* (3rd ed.; John Wiley & Sons, ed.). Retrieved from <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9),

⁴ De acordo com as diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP – APA 6a ed. 2019; 3a ed. Revisada, ampliada e modificada 2016. Biblioteca FEAUSP.

1078–1092. doi: 10.1287/mnsc.30.9.1078

Behn, R. D. (2003). Why Measure Performance? Different Purposes Require Different Measures Performance. *Public Administration Review*, 63(5), 586–606. doi: 10.1111/1540-6210.00322

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A Simple Test for Heteroscedasticity and Random Coefficient Variation. *Econometrica*, 47(5), 1287. doi: 10.2307/1911963

Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47(1), 239–253. doi: 10.2307/2297111

Brulon, V., Ohayon, P., & Rosenberg, G. (2012). A reforma gerencial brasileira em questão : contribuições para um projeto em construção. *Revista Do Serviço Público*, 63(2006), 265–284. Retrieved from <http://seer.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/99>

Cabral, K. F. D., Ferreira, M. A. M., Batista, R. S., & Cerqueira, F. R. (2019). Atenção primária à saúde: uma análise a luz da eficiência técnica dos recursos no Estado de Minas Gerais. *Revista de Gestão Em Sistemas de Saúde*, 8(2), 137–150. doi: 10.5585/rgss.v8i2.14923

Camarano, A. A. (2014). Novo regime demográfico: uma nova relação entre população e desenvolvimento. In *Perspectivas de Crescimento da População Brasileira e Algumas Implicações* (pp. 177–210). Rio de Janeiro: IPEA.

Carnut, L., & Narvai, P. C. (2016). Avaliação de desempenho de sistemas de saúde e gerencialismo na gestão pública brasileira. *Saude e Sociedade*, 25(2), 290–305. doi: 10.1590/S0104-12902016144614

Carrillo, M., & Jorge, J. M. (2017). DEA-Like Efficiency Ranking of Regional Health Systems in Spain. *Social Indicators Research*, 133(3), 1133–1149. doi: 10.1007/s11205-016-1398-y

Catelli, A., & Santos, E. S. (2004). Mensurando a criação de valor na gestão pública. *RAP Rio de Janeiro*, 38(3), 423–472. Retrieved from https://media.proquest.com/media/pq/classic/doc/3538889751/fmt/pi/rep/NONE?_s=ThYDyRWgwBzgx0c3DgQ4NXV%2F7U%3D

Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, W. E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. *Econometrica*, 50(6), 1393–1414. doi: 10.2307/1913388

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8

CNM. (2018). *Mudanças no Financiamento da Saúde*. Brasília - DF.

Coelli, T. (1996). A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program. In *CEPA Working Paper 96/08* (No. 8; Vol. 96). Retrieved from <http://www.uq.edu.au/economics-/cepa/deap>

- CONASS. (2003). Para entender a gestão do SUS. In *Para entender a gestão do SUS*. doi: 10.1002/anie.201201358.Discovery
- CONASS. (2011a). Atenção Primária e Promoção da Saúde. In *Para entender a Gestão do SUS*. Brasília - DF: Conselho Nacional de Secretários de Saúde - CONASS.
- CONASS. (2011b). O financiamento da saúde. In *Para entender a Gestão do SUS*. Brasília - DF: Conselho Nacional de Secretários de Saúde - CONASS.
- CONASS. (2011c). Sistema Único de Saúde. In *Para entender a Gestão do SUS* (Vol. 1, p. 291). Brasília - DF: Conselho Nacional de Secretários de Saúde - CONASS.
- CONASS. (2015). A Gestão do SUS. In *Para entender a Gestão do SUS*. Brasília - DF: Conselho Nacional de Secretários de Saúde - CONASS.
- Constituição da República Federativa do Brasil.*, Pub. L. No. Atualizada até a EC n. 99/2017 (1988).
- Contandriopoulos, A.-P. (2006). Avaliando a institucionalização da avaliação. *Ciência & Saúde Coletiva*, 11(3), 705–711. doi: 10.1590/S1413-81232006000300017
- Contandriopoulos, A.-P., Champagne, F., & Pineault, A.-P. R. (1997). A avaliação na área da saúde: conceitos e métodos. In *Avaliação em Saúde: dos modelos conceituais à prática na análise da implantação de programas* (pp. 29–47). doi: 10.7476/9788575414033
- Cook, W. D., & Seiford, L. M. (2009). Data envelopment analysis (DEA) - Thirty years on. *European Journal of Operational Research*, 192(1), 1–17. doi: 10.1016/j.ejor.2008.01.032
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2007). *Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software* (2nd ed.). New York: Springer Science+Business Media, LLC.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (2011). *Handbook on Data Envelopment Analysis* (2nd ed.). Springer Science & Business Media.
- Cordero-Ferrera, J. M., Crespo-Cebada, E., & Murillo-Zamorano, L. R. (2011). Measuring technical efficiency in primary health care: The effect of exogenous variables on results. *Journal of Medical Systems*, 35(4), 545–554. doi: 10.1007/s10916-009-9390-6
- Costa, F. L. (2008). História das reformas administrativas no Brasil: narrativas, teorias e representações. *Revista Do Serviço Público*, 59(3), 271–288. Retrieved from <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/150/155>
- Coste, A.-I., & Tudor, A. T. (2013). Service Performance - Between Measurement and Information in the Public Sector. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 92(Lumen), 215–219. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.08.662
- Daraio, C., & Simar, L. (2005). Introducing environmental variables in nonparametric frontier models: A probabilistic approach. *Journal of Productivity Analysis*, 24(1), 93–121. doi: 10.1007/s11123-005-3042-8

- DeGroff, A., Schooley, M., Chapel, T., & Poister, T. H. (2010). Challenges and strategies in applying performance measurement to federal public health programs. *Evaluation and Program Planning*, 33(4), 365–372. doi: 10.1016/j.evalprogplan.2010.02.003
- Deidda, M., Lupiáñez-Villanueva, F., Codagnone, C., & Maghiros, I. (2014). Using Data Envelopment Analysis to Analyse the Efficiency of Primary Care Units. *Journal of Medical Systems*, 38(10). doi: 10.1007/s10916-014-0122-1
- Dyson, R. G., Allen, R., Camanho, A. S., Podinovski, V. V., Sarrico, C. S., & Shale, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245–259. doi: 10.1016/S0377-2217(00)00149-1
- Entani, T., Maeda, Y., & Tanaka, H. (2002). Dual models of interval DEA and its extension to interval data. *European Journal of Operational Research*, 136(1), 32–45. doi: 10.1016/S0377-2217(01)00055-8
- Escorel, L. S., Giovanella, M. H., Mendonça, M. H. M. de, & Senna, M. de C. M. (2007). O Programa de Saúde da Família ea construção de um novo modelo para a atenção básica no Brasil. *Rev Panam Salud*, 21(2), 164–176. doi: 10.1590/S1020-49892007000200011
- Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M., & Zhang, Z. (1994). Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries. *The American Economic Review*, 84(1), 66–83.
- Ferreira, C., Marques, R. C., & Nicola, P. (2013). On evaluating health centers groups in Lisbon and Tagus Valley: efficiency, equity and quality. *BMC Health Services Research*, 13(1), 529. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed12&NEWS=N&AN=24359014>
- Frees, E. W. (2004). *Longitudinal and data panel: Analysis and Applications in the Social Sciences*. Cambridge University Press.
- Freyr, K., Antony, J., & Ogden, S. (2009). Performance Management in the Public Sector. *International Journal of Public Sector Management*, 22(6), 478–498. doi: 10.1108/09513550910982850
- Garnelo, L., Sousa, A. B. L., & Da Silva, C. D. O. (2017). Regionalização em Saúde no Amazonas: avanços e desafios. *Ciencia e Saude Coletiva*, 22(4), 1225–1234. doi: 10.1590/1413-81232017224.27082016
- Greiling, D. (2006). Performance measurement: A remedy for increasing the efficiency of public services? *International Journal of Productivity and Performance Management*, 55(6), 448–465. doi: 10.1108/17410400610682488
- Groot, T., & Budding, T. (2008). New Public Management's Current Issues and Future Prospects. *Ssrn*, 24(February), 1–13. doi: 10.1111/j.1468-0408.2008.00440.x
- Gruening, G. (2001). Origin and theoretical basis of new public management. *International Public Management Journal*, 4(1), 1–25. doi: 10.1016/S1096-7494(01)00041-1
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometria Básica* (5th ed.). The McGraw-Hill

Companies Inc.

- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2013). *Multivariate Data Analysis*. Uppersaddle River.
- Handler, A., Issel, M., & Turnock, B. (2001). A conceptual framework to measure performance of the public health system. *Am J Public Health, 91*(8), 1235–1239. doi: 10.2105/AJPH.91.8.1235
- Hausman, J. A. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica, 46*(6), 1251–1271. doi: 10.2307/1913827
- Hoff, A. (2007). Second stage DEA: Comparison of approaches for modelling the DEA score. *European Journal of Operational Research, 181*, 425–435. doi: 10.1016/j.ejor.2006.05.019
- Hollingsworth, B. (2008). The Measurement of Efficiency and Productivity of Health Care Delivery. *Health Economics, 17*, 1107–1128. doi: 10.1002/hec.1391
- Hsu, Y. C. (2013). The efficiency of government spending on health: Evidence from Europe and Central Asia. *The Social Science Journal, 50*(4), 665–673. doi: 10.1016/J.SOSCIJ.2013.09.005
- Huguenin, J. M. (2015). Data Envelopment Analysis and non-discretionary inputs: How to select the most suitable model using multi-criteria decision analysis. *Expert Systems with Applications, 42*(5), 2570–2581. doi: 10.1016/j.eswa.2014.11.004
- Ibañez, N., Rocha, J. S. Y., Castro, P. C. de, Forster, A. C., Novaes, M. H. D., & Viana, A. L. d'Ávila. (2006). Avaliação do desempenho da atenção básica no Estado de São Paulo. *Ciência & Saúde Coletiva, 11*(3), 683–703. doi: 10.1590/S1413-81232006000300016
- IBGE. (2013). Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro. In *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*.
- Jain, A. K. (2009). Data clustering: 50 years beyond K-means. *Pattern Recognition Letters, 31*, 651–666. doi: 10.1016/j.patrec.2009.09.011
- Johnson, A. L., & Kuosmanen, T. (2012). One-stage and two-stage DEA estimation of the effects of contextual variables. *European Journal of Operational Research, 220*(2), 559–570. doi: 10.1016/j.ejor.2012.01.023
- Kirigia, J. M., Emrouznejad, A., Sambo, L. G., Munguti, N., & Liambila, W. (2004). Using Data Envelopment Analysis to Measure the Technical Efficiency of Public Health Centers in Kenya. *Journal of Medical Systems, 28*(2), 155–166. doi: 10.1023/b:joms.0000023298.31972.c9
- Klazinga, N. (2010). Health system performance management: Quality for better or for worse. *Eurohealth. LSE Health, London School of Economics and Political Science, 16*(3), 26–38. Retrieved from <http://www.lse.ac.uk/collections/LSEHealth>
- Lima, L. D., Queiroz, L. F. N., Machado, C. V., & Viana, A. L. d'Ávila. (2012). Descentralização e regionalização: dinâmica e condicionantes da implantação do Pacto

- pela Saúde no Brasil. *Cien Saude Colet*, 17(7), 1903–1914. doi: 10.1590/S1413-81232012000700030
- Lobato, L. de V. C., & Giovanella, L. (2012). Sistemas de Saúde: origens, componentes e dinâmica. In *Políticas e Sistemas de Saúde no Brasil* (2ª, p. 1100). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ/Centro Brasileiro de Estudos de Saúde.
- Lotfi, F. H., Jahanshahloo, G. R., Khodabakhshi, M., Rostamy-Malkhlifeh, M., Moghaddas, Z., & Vaez-Ghasemi, M. (2013). A Review of Ranking Models in Data Envelopment Analysis. *Journal of Applied Mathematics*, 2013, 20. doi: 10.1155/2013/492421
- Malmquist, S. (1953). Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4, 209–242. doi: 10.1007/BF03006863
- Mariano, E. B., & Rebelatto, D. A. do N. (2014). Transformation of wealth produced into quality of life: analysis of the social efficiency of nation-states with the DEA's triple index approach. *Journal of the Operational Research Society*, 65(11), 1664–1681. doi: 10.1057/jors.2013.132
- Matias-Pereira, J. (2008). Administração pública comparada: uma avaliação das reformas administrativas do Brasil, EUA e União Européia. *Revista de Administração Pública*, 42(1), 61–82. doi: 10.1590/S0034-76122008000100004
- McDonald, J. (2009). Using least squares and tobit in second stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792–798. doi: 10.1016/j.ejor.2008.07.039
- Mello, G. A., Fontanella, B. J. B., & Demarzo, M. M. P. (2009). Atenção Básica e Atenção Primária à Saúde - Origens e diferenças conceituais. *Revista de APS*, 12(2), 204–213. Retrieved from <http://www.aps.ufjf.br/index.php/aps/article/view/307>
- Meza, L. A., & Cunha, B. T. (2006). A avaliação cruzada: uma revisão bibliográfica e implementação computacional. *XXXVIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 210–221.
- Meza, L. A., & Lins, M. P. E. (2002). Review of methods for increasing discrimination in data envelopment analysis. *Annals of Operations Research*, 116(1–4), 225–242. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1023%2FA%3A1021340616758.pdf>
- Meza, L. A., Neto, L. B., & Ribeiro, P. G. (2005). Siad v.2.0. – sistema integrado de apoio à decisão: uma implementação de modelos de análise envoltória de dados e um método multicritério. *XXXVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, 406–414. doi: 10.1021/la404017q
- Mielos, P. V., Calvo, M. C. M., & Colussi, C. F. (2017). Avaliação do desempenho das ações e resultados em saúde da atenção básica. *Artigo Original Rev Saude Publica*, 51, 1–10. doi: 10.1590/S1518-8787.2017051006831
- Milliken, O., Devlin, R. A., Barham, V., Hogg, W., Dahrouge, S., & Russell, G. (2011). Comparative Efficiency Assessment of Primary Care Service Delivery Models Using Data Envelopment Analysis. *Canadian Public Policy*, 37(1), 85–109. doi:

10.3138/cpp.37.1.85

- Mitropoulos, P., Kounetas, K., & Mitropoulos, I. (2016). Factors affecting primary health care centers' economic and production efficiency. *Annals of Operations Research*, 247(2), 807–822. doi: 10.1007/s10479-015-2056-5
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2012). *Introduction to Linear Regression Analysis* (5th ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Motta, P. R. de M. (2013). O estado da arte da gestão pública introdução. *Revista de Administração de Empresas*, 53(1), 82–90. doi: 10.1590/S0034-75902013000100008
- MS. *Portaria nº 1882/GM.*, Pub. L. No. 1882 de 18 de dezembro (1997).
- MS. (1997b). Saúde da Família: Uma estratégia para a reorientação do modelo assistencial. In *Ministério da Saúde*. Retrieved from http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/cd09_16.pdf
- MS. (2009). *Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Mulher e da Criança - PNDS 2006*. Retrieved from https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/pnds/img/relatorio_final_pnds2006.pdf
- MS. *Portaria nº 1.602/GM/MS.*, Pub. L. No. 1.602 de 9 de julho (2011).
- MS. *Portaria nº 1.409/GM/MS.*, Pub. L. No. 1.409 de 10 de julho (2013).
- MS. *Portaria nº 2.135/GM/MS.*, Pub. L. No. 2.135 de 25 de setembro (2013).
- MS. *Portaria nº 2.355/GM/MS.*, Pub. L. No. Portaria 2.023 de 10 de outubro (2013).
- MS. *Portaria nº 2.436/GM/MS.*, Pub. L. No. 2.436 de 21 de Setembro (2017).
- MS. *Portaria nº 3.992/GM/MS.*, Pub. L. No. 3.992 de 28 de dezembro (2017).
- MS, M. da S., & OPAS, O. P. A. de S. (2013). Financiamento Público de Saúde. In *Economia da Saúde para a Gestão do SUS*. Brasília - DF.
- Murray, C. J. L., & Frenk, J. (2000). A framework for assessing the performance of health systems. *Bulletin of the World Health Organisation*, 78(6), 728. doi: 10.1590/S0042-96862000000600004
- Mwita, J. I. (2000). Performance management model. *International Journal of Public Sector Management*, 13(1), 19–37. doi: 10.1108/09513550010334461
- OCDE. (2002). *Glossary of Key Terms in Evaluation and Results Based Management*. Retrieved from <https://www.oecd.org/dac/evaluation/2754804.pdf>
- Oikonomou, N., Tountas, Y., Mariolis, A., Souliotis, K., Athanasakis, K., & Kyriopoulos, J. (2016). Measuring the efficiency of the Greek rural primary health care using a restricted DEA model; the case of southern and western Greece. *Health Care Management Science*, 19(4), 313–325. doi: 10.1007/s10729-015-9324-4
- Oliveira, M. A. de C., & Pereira, I. C. (2013). Atributos essenciais da atenção primária e a

estratégia saúde da família. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 66(spe), 158–164. doi: 10.1590/S0034-71672013000700020

- OMS/UNICEF. (1979). *Cuidados primários de saúde: Relatório da Conferência Internacional sobre Cuidados Primários de Saúde, Alma-ATA, Rússia*. Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/39228/9241800011_por.pdf;jsessionid=6B596A5BC5BCF364330277C3431F4E44?sequence=5
- OPAS. (2011). A atenção à saúde coordenada pela APS construindo as redes de atenção no SUS. In *Série técnica para os gestores do SUS sobre redes integradas de atenção à saúde baseadas na APS*. Brasília - DF: Organização Pan-Americana da Saúde.
- Ozcan, Y. A. (2014). Health Care Benchmarking and Performance Evaluation An Assessment using Data Envelopment Analysis (DEA). In *International Series in Operations Research & Management Science* (2nd ed.). doi: 10.1007/978-1-4899-7472-3
- Paes de Paula, A. P. (2005). Administração Pública Brasileira entre o Gerencialismo e a Gestão Social. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 45(1), 36–49. Retrieved from <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rae/article/view/37088/35859>
- Paim, J., Travassos, C., Almeida, C., Bahia, L., & Macinko, J. (2011). O sistema de Saúde Brasileiro: história, avanços e desafios. *The Lancet*, 377(9779), 1778–1797. doi: 10.1016/S0140-6736(11)60054-8
- Palmer, S., & Torgerson, D. J. (1999). Economics notes: Definitions of efficiency. *Bmj*, 318, 1136–1136. doi: 10.1136/bmj.318.7191.1136
- Payne, G., Laporte, A., Deber, R., & Coyte, P. C. (2007). Counting backward to health care's future: Using time-to-death modeling to identify changes in end-of-life morbidity and the impact of aging on health care expenditures. *Milbank Quarterly*, 85(2), 213–257. doi: 10.1111/j.1468-0009.2007.00485.x
- Pelone, F., Kringos, D. S., Romaniello, A., Archibugi, M., Salsiri, C., & Ricciardi, W. (2015). Primary Care Efficiency Measurement Using Data Envelopment Analysis: A Systematic Review. *Journal of Medical Systems*, 39(1), 1–14. doi: 10.1007/s10916-014-0156-4
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*. Novo Hamburgo: Feevale.
- Ramírez-Valdivia, M., Maturana, S., Mendoza-Alonzo, J., & Bustos, J. (2015). Measuring the efficiency of chilean primary healthcare centres. *International Journal of Engineering Business Management*, 7(November). doi: 10.5772/60839
- Ramírez-Valdivia, M. T., Maturana, S., & Salvo-Garrido, S. (2011). A multiple stage approach for performance improvement of primary healthcare practice. *Journal of Medical Systems*, 35(5), 1015–1028. doi: 10.1007/s10916-010-9438-7
- Ray, S. C. (1991). Resource-Use Efficiency in Public Schools: A Study of Connecticut Data. *Management Science*, 37(12), 1620–1628. doi: 10.1287/mnsc.37.12.1620
- Sampiere, H., Collado, R., & Lúcio, M. del P. B. (2013). *Metodologia da Pesquisa* (5ª Edição). Porto Alegre: Penso.

- Santos, L. M. dos, Francisco, J. R. de S., & Gonçalves, M. A. (2016). Controle na alocação de recursos na saúde pública : uma análise nas microrregiões do sudeste brasileiro. *Administração Pública e Gestão Social*, 8(2), 119–130. doi: 10.21118/apgs.v1i2.581
- Santos, L. M. dos, Gonçalves, M. A., & Ferreira, M. A. M. (2014). Performance evaluation of expenditure in primary care: the case of Brazil's southeastern cities. *Organizações & Sociedade*, 21(70), 467–487. doi: 10.1590/s1984-92302014000300007
- Schwartz, R., & Deber, R. (2016). The performance measurement-management divide in public health. *Health Policy*, 120(3), 273–280. doi: 10.1016/j.healthpol.2016.02.003
- Silva, Z. P. da, Ribeiro, M. C. S. de A., Barata, R. B., & Almeida, M. F. de. (2011). Perfil sociodemográfico e padrão de utilização dos serviços de saúde do sistema único de saúde (SUS), 2003- 2008. *Ciencia e Saude Coletiva*, 16(9), 3807–3816. doi: 10.1590/S1413-81232011001000016
- Silva, J. L. M., & Queiroz, M. de F. M. (2018). Eficiência na gestão da saúde pública: uma análise dos municípios do estado do Rio Grande do Norte (2004 e 2008). *Planejamento e Políticas Públicas*, 50, 149–170.
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64. doi: 10.1016/j.jeconom.2005.07.009
- Sousa, A. N. (2018). Monitoramento e avaliação na atenção básica no Brasil: a experiência recente e desafios para a sua consolidação. *Saúde Em Debate*, 42(spe1), 289–301. doi: 10.1590/0103-11042018s119
- Starfield, B. (2002). Atenção Primária - Equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia. In *Brasília: UNESCO, Ministério da Saúde*. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Sun, D., Ahn, H., Lievens, T., & Zeng, W. (2017). Evaluation of the performance of national health systems in 2004-2011: An analysis of 173 countries. *PLoS ONE*, 12(3), 1–13. doi: 10.1371/journal.pone.0173346
- Tschaffon, P., & Meza, L. A. (2014). Assessing the efficiency of the electric energy distribution using data envelopment analysis with undesirable outputs. 12(6), 1027-1035. *IEEE Latin America Transactions*, 1027–1035. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6893996>
- Varela, P. S., Martins, G. de A., & Fávero, L. P. L. (2012). Desempenho dos municípios paulistas: uma avaliação de eficiência da atenção básica à saúde. *Revista de Administração*, 47(4), 624–637. doi: 10.5700/rausp1063
- Viacava, F., Ugá, M. A. D., Porto, S., Laguardia, J., & Moreira, R. da S. (2012). Avaliação de Desempenho de Sistemas de Saúde : um modelo de análise. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(4), 921–934.
- Vidal, A. S., Gusmão-Filho, F. A. R., & Samico, I. (2010). Avaliação econômica em saúde. In *Avaliação em saúde: bases conceituais e operacionais* (p. 196). Rio de Janeiro: MedBook.

- WHO, W. H. O. (2000). *The World health report 2000 - Health Systems: improving performance*. Geneva.
- WHO, W. H. O. (2008). Primary Health Care: Now More Than Ever The World Health Report 2008. In *The World Health Report* (Vol. 26). doi: 10.12927/hcpol.2013.22778
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data* (1st ed.). MIT Press.
- Wooldridge, J. M. (2018). *Introdução à Econometria: uma abordagem moderna*. Cengage Learning Edições Ltda.
- Worthington, A. C. (2004). Frontier efficiency measurement in health care: A review of empirical techniques and selected applications. *Medical Care Research and Review*, 61(2), 135–170. doi: 10.1177/1077558704263796

APÊNDICES

Apêndice A – Municípios eficientes com a fronteira invertida e o índice composto por ano e modelo

Ano	Município	Modelo 1		Município	Modelo 2		Município	Modelo 3	
		Inv	Comp		Inv	Comp		Inv	Comp
2010	Canutama	0,329	1	Canutama	0,331	1	Juruá	0,927	1
	Manacapuru	0,376	0,972	Uarini	0,445	0,932	Anori	0,927	1
	Carauari	0,445	0,931	Urucurituba	0,458	0,924	Novo Aripuanã	0,931	0,996
	Humaitá	0,460	0,921	Beruri	0,515	0,89	Beruri	0,944	0,984
	Juruá	0,538	0,875	Carauari	0,567	0,859	São Paulo de Olivença	0,947	0,981
	Irاندوبا	0,600	0,838	Tapauá	0,633	0,819	Careiro da Várzea	0,959	0,97
	Urucurituba	0,617	0,827	Ipixuna	0,941	0,634	Itamarati	0,963	0,966
	Japurá	0,624	0,823	Itamarati	1	0,599	Manaus	0,972	0,958
	Tapauá	0,625	0,823	Silves	1	0,599	Jutaí	0,974	0,956
	Ipixuna	0,662	0,801	Tonantins	1	0,599	Benjamin Constant	0,975	0,956
	Silves	0,665	0,799				Presidente Figueiredo	1	0,932
	Codajás	0,745	0,751				São Sebastião do Uatumã	1	0,932
	Manaus	1	0,598						
	Tonantins	1	0,598						
2011	Manacapuru	0,363	1	Uarini	0,339	1	Uarini	0,915	1
	Coari	0,416	0,968	Urucurituba	0,539	0,879	Beruri	0,916	0,999
	Beruri	0,437	0,955	Beruri	0,545	0,876	Jutaí	0,925	0,99
	Careiro	0,453	0,945	Manacapuru	0,658	0,808	Benjamin Constant	0,935	0,982
	Juruá	0,508	0,911	Jutaí	0,693	0,787	Manaus	0,959	0,96
	Japurá	0,537	0,894	Irاندوبا	0,756	0,749			
	Uarini	0,537	0,893	Tapauá	0,774	0,738			
	Irاندوبا	0,599	0,855	Amaturá	0,792	0,727			
	Carauari	0,722	0,78	Careiro	0,809	0,717			
	Urucurituba	0,725	0,779	Tonantins	1	0,602			
	Tapauá	0,789	0,74						
	Codajás	0,859	0,697						
	Manaus	1	0,611						
	Tonantins	1	0,611						
2012	Beruri	0,47	1	Beruri	0,542	1	Nhamundá	0,933	1
	Codajás	0,705	0,846	Lábrea	0,612	0,952	Careiro	0,939	0,994
	Parintins	0,708	0,844	Urucurituba	0,719	0,878	Beruri	0,942	0,992
	Careiro	0,782	0,796	Jutaí	0,738	0,865	Urucurituba	0,948	0,986
	Japurá	0,802	0,783	Parintins	0,841	0,795	Benjamin Constant	0,949	0,984
	Carauari	0,877	0,733	Careiro	0,847	0,791	Lábrea	0,961	0,974
	Anamã	1	0,653	Carauari	0,987	0,694	Manaus	0,97	0,965
	Manaus	1	0,653	Anamã	1	0,686	Jutaí	0,974	0,962
	Tonantins	1	0,653	Manaus	1	0,686	Fonte Boa	0,991	0,945
				Tonantins	1	0,686			

Ano	Município	Modelo 1		Município	Modelo 2		Município	Modelo 3	
		Inv	Comp		Inv	Comp		Inv	Comp
2013	Tonantins	0,543	1	Itacoatiara	0,422	1	Juruá	0,871	1
	Juruá	0,574	0,978	Tonantins	0,466	0,972	Uarini	0,877	0,995
	Manacapuru	0,613	0,952	Eirunepé	0,482	0,962	Tabatinga	0,896	0,978
	Presidente Figueiredo	0,648	0,928	Barreirinha	0,517	0,94	Anori	0,897	0,977
	Benjamin Constant	0,753	0,856	Juruá	0,581	0,899	Beruri	0,899	0,975
	São Paulo de Olivença	0,803	0,821	Apuí	0,620	0,874	Santa Isabel do Rio Negro	0,900	0,975
	Codajás	0,831	0,802	Caapiranga	0,622	0,873	Manaus	0,911	0,964
	Tapauá	0,883	0,767	Canutama	0,648	0,857	Novo Aripuanã	0,914	0,962
	Caapiranga	1	0,686	Tapauá	0,669	0,843	Itapiranga	0,927	0,951
	Carauari	1	0,686	Tabatinga	0,749	0,792	Manaquiri	0,960	0,921
	Irاندوبا	1	0,686	Benjamin Constant	0,798	0,762	Silves	1	0,886
	Japurá	1	0,686	Beruri	1	0,634			
	Manaquiri	1	0,686	Carauari	1	0,634			
	Manaus	1	0,686	Japurá	1	0,634			
	Urucurituba	1	0,686	Manaus	1	0,634			
				Silves	1	0,634			
2014	Barreirinha	0,482	1	Itacoatiara	0,301	1	Beruri	0,883	1
	Alvarães	0,560	0,949	Itamarati	0,336	0,979	Amaturá	0,915	0,971
	Tonantins	0,596	0,925	Urucará	0,38	0,954	Tabatinga	0,927	0,961
	Apuí	0,631	0,902	Apuí	0,4	0,942	Manaus	0,943	0,947
	Carauari	0,637	0,898	Tonantins	0,41	0,936	Parintins	0,95	0,94
	Amaturá	0,638	0,897	Irاندوبا	0,468	0,902	Itapiranga	0,979	0,915
	Codajás	0,654	0,887	Amaturá	0,541	0,858			
	São Paulo de Olivença	0,666	0,879	Codajás	0,545	0,856			
	Tabatinga	0,688	0,864	Beruri	0,547	0,855			
	Silves	0,894	0,729	Tabatinga	0,559	0,848			
	Benjamin Constant	1	0,659	Coari	0,76	0,73			
	Japurá	1	0,659	Carauari	0,776	0,72			
	Jutaí	1	0,659	Japurá	1	0,589			
	Manaus	1	0,659	Manaus	1	0,589			
				Silves	1	0,589			

Nota. Eff = eficiência clássica. Inv = eficiência da fronteira invertida. Comp = eficiência composta.

Fonte: Elaborado pela Autora.

Apêndice B – Resultados do teste de comparação de Mann-Whitney entre os agrupamentos de municípios para o Modelo 1

Variáveis	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 3		Cluster 2	Cluster 3	
Produto Interno Bruto (2010)	4446,83	4949,36	0,257	4446,83	5046,59	0,083	4949,36	5046,59	0,486
Produto Interno Bruto (2011)	5467,37	6239,94	0,426	5467,37	7311,77	0,032*	6239,94	7311,77	0,199
Produto Interno Bruto (2012)	5351,31	6294,26	0,106	5351,31	7183,12	0,014*	6294,26	7183,12	0,256
Produto Interno Bruto (2013)	6178,66	7252,25	0,183	6178,66	8377,55	0,008*	7252,25	8377,55	0,114
Produto Interno Bruto (2014)	6690,80	7184,73	0,192	6690,80	8837,87	0,011*	7184,73	8837,87	0,210
Taxa de urbanização do município	50,11	53,15	0,349	50,11	58,57	0,017*	53,15	58,57	0,232
Distância (em km) até Manaus	661,36	414,93	0,530	661,36	369,06	0,195	414,93	369,06	0,706
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2010)	0,076	0,103	0,037*	0,076	0,103	0,019*	0,103	0,103	0,601
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2011)	0,079	0,099	0,133	0,079	0,109	0,041*	0,099	0,109	0,542
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2012)	0,078	0,096	0,119	0,078	0,108	0,053	0,096	0,108	0,581
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2013)	0,090	0,103	0,106	0,090	0,104	0,062	0,103	0,104	0,642
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2014)	0,088	0,107	0,073	0,088	0,110	0,067	0,107	0,110	0,817
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2010)	0,116	0,147	0,003*	0,116	0,168	0,000*	0,147	0,168	0,367

Variáveis	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 3		Cluster 2	Cluster 3	
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2011)	0,128	0,148	0,028*	0,128	0,171	0,001*	0,148	0,171	0,367
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2012)	0,129	0,154	0,012*	0,129	0,169	0,005*	0,154	0,169	0,416
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2013)	0,125	0,153	0,003*	0,125	0,167	0,000*	0,153	0,167	0,281
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2014)	0,126	0,161	0,001*	0,126	0,165	0,000*	0,161	0,165	0,622
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2010)	0,106	0,129	0,015*	0,106	0,163	0,062	0,129	0,163	0,750
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2011)	0,103	0,145	0,019*	0,103	0,164	0,038*	0,145	0,164	0,601
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2012)	0,102	0,132	0,026*	0,102	0,163	0,022*	0,132	0,163	0,504
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2013)	0,102	0,127	0,026*	0,102	0,171	0,020*	0,127	0,171	0,367

Variáveis	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 3		Cluster 2	Cluster 3	
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2014)	0,102	0,138	0,008*	0,102	0,167	0,010*	0,138	0,167	0,561
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2010)	0,081	0,102	0,100	0,081	0,112	0,003*	0,102	0,112	0,220
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2011)	0,078	0,094	0,119	0,078	0,112	0,005*	0,094	0,112	0,170
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2012)	0,076	0,102	0,119	0,076	0,115	0,005*	0,102	0,115	0,243
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2013)	0,075	0,101	0,094	0,075	0,125	0,004*	0,101	0,125	0,337
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2014)	0,079	0,102	0,053	0,079	0,113	0,003*	0,102	0,113	0,504

Notas: Cluster 1 = Médio; Cluster 2 = Médio-Alto; Cluster 3 = Alto; * significativo a 5%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Apêndice C – Resultados do teste de comparação de Mann-Whitney entre os agrupamentos de municípios para o Modelo 2

Variáveis	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 3		Cluster 2	Cluster 3	
Produto Interno Bruto (2010)	4358,80	4293,21	0,589	4358,80	5346,36	0,032*	4293,21	5346,36	0,017*
Produto Interno Bruto (2011)	5294,20	5571,07	0,646	5294,20	6687,75	0,093	5571,07	6687,75	0,030*
Produto Interno Bruto (2012)	5382,76	5406,73	0,765	5382,76	7221,74	0,030*	5406,73	7221,74	0,038*
Produto Interno Bruto (2013)	6260,23	6027,51	0,484	6260,23	8300,83	0,014*	6027,51	8300,83	0,035*
Produto Interno Bruto (2014)	6763,33	6516,20	0,435	6763,33	9086,44	0,043*	6516,20	9086,44	0,062
Distância aérea até Manaus	346,73	546,18	0,509	346,73	486,58	0,467	546,18	486,58	0,886
Taxa de urbanização dos municípios	55,15	49,96	0,389	55,15	57,14	0,312	49,96	57,14	0,038*
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2010)	0,077	0,085	0,857	0,077	0,107	0,030*	0,085	0,107	0,089
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2011)	0,078	0,085	0,646	0,078	0,114	0,013*	0,085	0,114	0,016*
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2012)	0,077	0,084	0,675	0,077	0,113	0,017*	0,084	0,113	0,019*
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2013)	0,094	0,093	0,857	0,094	0,116	0,018*	0,093	0,116	0,057
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da	0,091	0,094	0,889	0,091	0,113	0,046*	0,094	0,113	0,049*

população do município (2014)									
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2010)	0,119	0,126	0,435	0,119	0,155	0,000*	0,126	0,155	0,133
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2011)	0,127	0,118	0,921	0,127	0,170	0,000*	0,118	0,170	0,012*
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2012)	0,129	0,134	0,389	0,129	0,166	0,000*	0,134	0,166	0,035*
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2013)	0,126	0,140	0,205	0,126	0,163	0,000*	0,140	0,163	0,032*
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2014)	0,128	0,143	0,435	0,128	0,161	0,000*	0,143	0,161	0,049*
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2010)	0,115	0,124	0,509	0,115	0,144	0,072	0,124	0,144	0,413
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2011)	0,116	0,119	0,826	0,116	0,164	0,028*	0,119	0,164	0,095
Número de domicílios com esgoto/fossa em	0,116	0,127	0,535	0,116	0,148	0,030*	0,127	0,148	0,142

relação ao total da população do município (2012)									
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2013)	0,112	0,120	0,704	0,112	0,162	0,016*	0,120	0,162	0,066
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2014)	0,109	0,124	0,889	0,109	0,163	0,025*	0,124	0,163	0,066
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2010)	0,088	0,092	0,484	0,088	0,110	0,061	0,092	0,110	0,471
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2011)	0,091	0,093	0,795	0,091	0,112	0,054	0,093	0,112	0,125
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2012)	0,088	0,098	0,589	0,088	0,113	0,090	0,098	0,113	0,344
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2013)	0,090	0,090	0,412	0,090	0,110	0,068	0,090	0,110	0,378
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2014)	0,090	0,090	0,617	0,090	0,113	0,157	0,090	0,113	0,471

Notas: Cluster 1 = Médio; Cluster 2 = Médio-Alto; Cluster 3 = Alto; * significativo a 5%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Apêndice D – Resultados do teste de Mann-Whitney na comparação entre os agrupamentos Médio, Médio-Alto e Alto para o Modelo 3.

Variáveis	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p	Mediana		Valor-p
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 3		Cluster 2	Cluster 3	
Produto Interno Bruto (2010)	4585,59	4963,84	0,436	4585,59	4654,78	0,527	4963,84	4654,78	0,992
Produto Interno Bruto (2011)	5813,40	6094,02	0,464	5813,40	5918,63	0,462	6094,02	5918,63	0,840
Produto Interno Bruto (2012)	6301,49	6225,09	0,944	6301,49	6334,41	0,705	6225,09	6334,41	0,665
Produto Interno Bruto (2013)	7491,14	7234,15	0,869	7491,14	6840,51	0,940	7234,15	6840,51	0,665
Produto Interno Bruto (2014)	8189,89	7783,30	1,000	8189,89	7274,34	0,743	7783,30	7274,34	0,916
Distância aérea até Manaus	863,49	481,51	0,038*	863,49	326,86	0,035*	481,51	326,86	0,810
Taxa de urbanização do município	57,15	52,25	0,408	57,15	56,15	0,6674	52,25	56,15	0,531
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2010)	0,071	0,100	0,097	0,071	0,096	0,174	0,100	0,096	0,840
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2011)	0,079	0,100	0,131	0,079	0,091	0,273	0,100	0,091	0,693
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2012)	0,079	0,099	0,131	0,079	0,089	0,296	0,099	0,089	0,610
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da população do município (2013)	0,081	0,101	0,131	0,081	0,101	0,210	0,101	0,101	0,900
Número de domicílios com coleta do lixo em relação ao total da	0,082	0,100	0,189	0,082	0,099	0,347	0,100	0,099	0,679

população do município (2014)									
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2010)	0,112	0,143	0,131	0,112	0,129	0,104	0,143	0,129	0,494
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2011)	0,130	0,154	0,207	0,130	0,133	0,561	0,154	0,133	0,267
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2012)	0,134	0,164	0,189	0,134	0,139	0,595	0,164	0,139	0,275
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2013)	0,135	0,159	0,356	0,135	0,142	0,705	0,159	0,142	0,623
Número de domicílios com energia elétrica em relação ao total da população do município (2014)	0,136	0,160	0,244	0,136	0,145	0,527	0,160	0,145	0,557
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2010)	0,116	0,146	0,331	0,116	0,120	0,631	0,146	0,120	0,693
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2011)	0,118	0,151	0,264	0,118	0,121	0,820	0,151	0,121	0,531
Número de domicílios com esgoto/fossa em	0,117	0,143	0,189	0,117	0,124	0,705	0,143	0,124	0,458

relação ao total da população do município (2012)									
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2013)	0,123	0,129	0,464	0,123	0,121	0,980	0,129	0,121	0,665
Número de domicílios com esgoto/fossa em relação ao total da população do município (2014)	0,119	0,137	0,207	0,119	0,120	0,631	0,137	0,120	0,519
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2010)	0,081	0,091	0,689	0,081	0,110	0,104	0,091	0,110	0,205
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2011)	0,082	0,092	0,556	0,082	0,108	0,104	0,092	0,108	0,424
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2012)	0,083	0,094	0,556	0,083	0,114	0,129	0,094	0,114	0,435
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2013)	0,080	0,087	0,944	0,080	0,108	0,251	0,087	0,108	0,557
Número de domicílios com abastecimento de água em relação ao total da população do município (2014)	0,079	0,091	0,494	0,079	0,106	0,273	0,091	0,106	0,570

Nota: Cluster 1 = Médio; Cluster 2 = Médio-Alto; Cluster 3 = Alto; * significativo a 5%

Fonte: Elaborado pela Autora.

Apêndice E – Índice de Malmquist por biênio e modelo.

Município	2011-2010			2012-2011			2013-2012			2014-2013		
	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3
Alvarães	0,893	0,628	0,490	1,066	1,042	0,763	1,007	0,903	1,103	1,212	1,155	0,911
Amaturá	0,800	0,783	0,534	1,273	1,032	0,987	1,128	0,966	0,98	2,848	1,432	1,204
Anamá	0,838	1,122	1,076	1,633	1,678	0,58	0,523	0,567	0,997	0,96	1,099	1,066
Anori	0,838	1,141	1,041	0,955	1,021	0,947	0,873	0,921	1,38	0,947	1,001	0,782
Apuí	0,880	1,022	0,995	0,918	0,938	0,803	0,887	0,932	1,153	1,319	1,282	1,055
Autazes	0,912	1,105	0,901	1,12	1,045	1,002	1,052	1,185	1,038	1,041	1,289	1,094
Barcelos	0,845	1,059	0,773	1,41	1,064	0,904	1,174	1,185	1,105	0,912	0,992	0,928
Barreirinha	0,836	1,496	1,530	0,987	1,047	1,02	1,144	0,985	1,031	0,963	0,84	0,555
Benjamin Constant	0,868	1,319	1,388	1,443	1,081	0,978	1,473	1,762	1,088	1,111	0,349	0,846
Beruri	0,756	0,887	1,226	1,071	1,041	0,859	0,973	0,567	0,981	0,845	0,888	0,88
Boca do Acre	0,898	1,192	1,272	1,099	0,927	1,001	1,006	0,922	1,039	0,95	1,004	1,02
Borba	0,858	0,959	0,829	1,087	1,012	1,049	0,715	0,794	1,088	0,96	1,342	1,259
Caapiranga	0,755	0,800	1,050	1,02	0,984	1,154	1,084	1,233	1,088	0,662	0,484	0,78
Canutama	0,526	0,510	0,550	1,079	0,923	0,703	1,1	1,146	1,121	0,853	0,802	0,996
Carauari	0,617	0,516	0,874	2,062	2,721	0,913	0,874	0,732	1,03	0,766	0,77	1,014
Careiro	1,099	4,999	1,983	1,554	1,77	1,146	0,258	0,224	0,998	1,291	1,43	0,946
Careiro da Várzea	0,840	0,999	1,215	0,968	0,971	0,962	1,186	1,091	1,021	0,811	0,847	0,988
Coari	1,342	2,298	1,147	0,728	0,627	0,859	1,316	1,177	1,005	1,017	1,192	0,974
Codajás	0,827	0,86	0,913	1,047	1,132	1,053	1,01	0,947	1,033	1,156	1,57	0,962
Eirunepé	0,795	1,027	0,998	1,015	0,997	0,978	0,894	0,982	1,047	1,081	0,872	0,861
Fonte Boa	0,900	1,106	1,185	1,086	1,023	1,414	0,942	0,928	0,68	2,513	1,055	0,943
Guajará	0,857	0,639	0,384	0,969	0,816	0,737	1,033	1,011	0,958	1,05	1,004	1,003
Humaitá	0,794	1,059	1,167	0,887	0,855	0,954	0,872	0,83	1,035	1,029	0,948	0,945
Ipixuna	0,514	0,302	1,080	0,911	0,933	0,891	0,924	0,746	1,121	0,991	1,064	0,979
Iranduba	0,832	0,922	0,969	1,04	0,887	0,943	0,94	1,08	1,045	0,998	0,947	0,92
Itacoatiara	0,765	0,691	0,975	0,979	0,982	0,931	0,932	0,911	1,075	0,97	1,074	1,025
Itamarati	0,978	0,142	0,113	0,897	1,073	1,026	1,125	1	0,867	0,986	1,074	1,027
Itapiranga	0,809	1,153	0,901	0,92	0,964	1,058	1,039	1,044	1,068	0,978	0,954	1,167
Japurá	0,943	0,915	0,735	1,042	1,027	0,85	0,68	1,012	1,018	0,869	0,852	0,771
Juruá	0,987	1,023	0,980	0,824	1,052	1,067	1,397	1,057	0,999	0,683	0,846	0,794
Jutaí	0,883	1,168	0,855	1,167	0,662	0,676	0,934	0,245	0,225	2,317	0,701	0,824
Lábrea	0,913	1,195	1,193	1,078	1,017	1,062	1,017	0,844	0,909	0,994	1,008	0,984
Manacapuru	2,118	3,088	1,006	0,665	0,417	0,882	0,995	0,942	1	0,858	0,994	1,044
Manaquiri	0,785	0,974	0,845	1,135	0,865	0,893	0,806	0,719	0,94	0,806	0,782	0,996
Manaus	0,893	0,945	0,908	0,892	1,015	0,978	0,894	0,979	1,085	0,942	1,062	0,993
Maraã	0,590	0,530	0,944	1,583	1,496	0,982	0,723	0,602	1,007	0,915	1,041	0,996
Maués	0,724	0,734	0,802	1,022	0,962	1,12	0,939	0,997	1,019	1	0,957	0,996
Nhamundá	0,855	0,719	0,914	0,892	1,055	1,074	1,023	1,039	1,045	1,007	1,048	0,989
Nova Olinda do Norte	0,811	1,024	1,270	1,008	0,885	1,008	0,961	0,883	0,956	0,874	0,85	0,984
Novo Airão	0,758	0,728	1,066	0,84	0,996	0,857	1,083	0,909	1,048	0,865	0,957	1,081
Novo Aripuanã	0,780	0,728	0,737	0,933	1,036	0,959	1,072	0,892	0,842	0,916	0,915	0,953
Parintins	0,864	1,210	1,236	1,111	1,659	1,055	0,39	0,327	1,055	0,862	0,797	1,014
Presidente Figueiredo	0,828	1,115	1,029	1,004	0,969	0,892	0,968	1,014	1,134	0,982	1,135	1,099
Rio Preto da Eva	0,796	0,925	1,017	0,899	1,03	1,105	0,896	0,837	1,069	0,809	0,853	1,004
Santa Isabel do Rio Negro	0,775	0,726	0,862	1,349	1,007	1,061	1,113	0,933	1,333	0,959	0,913	0,877
São Gabriel da Cachoeira	0,726	1,036	1,081	1,04	0,968	0,979	1,218	1,036	1,022	0,967	1,025	1,047
São Paulo de Olivença	0,735	0,525	0,393	1,191	0,998	0,857	1,074	1,022	1,061	1,898	0,883	0,916
São Sebastião do Uatumã	0,854	1,063	0,939	0,959	0,932	0,888	0,914	0,934	1,092	0,987	0,937	0,877

Silves	0,786	0,890	1,019	0,991	1,086	1,127	0,999	0,947	1,068	1,805	1,612	0,982
Tabatinga	0,942	0,599	0,605	1,214	0,904	1,105	1,236	1,38	1,604	1,997	1,052	1,049
Tapauá	0,942	1,058	0,818	0,995	0,922	0,906	0,617	0,539	0,888	0,787	0,868	0,985
Tefé	0,911	1,250	1,325	1,006	0,981	1,118	0,912	0,94	1,022	1,01	1,031	1,009
Tonantins	0,838	0,982	0,984	1,188	1,023	0,968	1,071	0,937	0,831	2,279	0,938	0,91
Uarini	1,077	0,783	0,722	0,852	0,635	1,055	0,935	0,852	0,898	1,062	1,054	0,954
Urucará	0,744	0,812	0,830	0,933	0,958	1,066	1,026	1,094	1,019	1,233	1,516	0,924
Urucurituba	0,793	0,959	1,049	0,879	0,417	0,466	1,066	0,639	0,73	0,975	0,979	0,984

Nota. Mod = Modelo

Apêndice F – Mudança na eficiência técnica (efeito *catch-up*) por biênio e modelo.

Município	2011-2010			2012-2011			2013-2012			2014-2013		
	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3
Alvarães	1,132	0,656	0,539	0,97	1,627	1,135	0,986	1,153	1,061	1,268	1,064	0,874
Amaturá	1,025	0,837	0,572	0,759	0,832	1,768	1,407	1,31	0,978	1,26	1,142	1,15
Anamã	1,095	1,245	1,224	1,103	1,181	0,857	0,634	0,736	1,025	0,944	0,915	1,009
Anori	1,123	1,100	1,061	0,867	1,361	1,225	0,895	1,076	1,64	0,819	1,026	0,819
Apuí	0,964	0,791	1,186	0,786	0,999	1,375	1,466	1,603	1,157	1,121	1	1,008
Autazes	1,077	1,024	0,996	1,06	1,699	1,667	1,264	1,313	1,036	0,845	1,192	1,055
Barcelos	1,114	1,306	0,875	1,503	1,737	1,713	1,018	1,311	1,149	1,022	0,943	0,864
Barreirinha	1,067	1,792	1,664	1,04	1,295	1,126	0,983	1,172	1,339	1,1	0,82	0,531
Benjamin Constant	1,092	1,268	1,745	1,469	1,842	1,435	1,224	1,867	1,011	0,568	0,418	0,8
Beruri	1,048	1	1,026	0,956	1	1	0,936	1	1	0,895	1	1
Boca do Acre	1,159	1,488	1,452	1,03	1,408	1,362	0,919	1,005	1,201	0,971	0,989	0,965
Borba	0,969	0,907	1,019	1,014	1,406	1,808	0,911	1,14	1,129	0,808	1,221	1,18
Caapiranga	0,975	0,841	1,089	0,867	1,182	1,588	1,424	1,95	1,11	0,465	0,469	0,787
Canutama	0,731	0,555	0,625	0,877	0,995	1,15	1,469	1,812	1,233	0,794	0,789	0,93
Carauari	1	0,561	1,008	1	1,783	1,579	1	1	1,1	1	1	0,941
Careiro	1,390	4,422	2,321	1	1	1,633	0,517	0,55	0,973	1,117	1,324	0,884
Careiro da Várzea	1,112	1,483	2,462	0,951	2,115	1,091	1,11	1,321	0,936	0,833	0,77	0,997
Coari	1,159	1,474	1,278	0,709	0,727	1,021	1,232	1,928	1,326	1,069	1,142	1,05
Codajás	0,971	0,662	1,082	1,051	2,109	2,068	1,03	1,221	1,067	1,162	1,336	0,896
Eirunepé	1,058	1,157	1,024	0,954	1,352	1,262	0,893	1,105	1,325	1,047	0,859	0,824
Fonte Boa	1,151	1,403	1,255	1,024	1,365	1,682	0,893	1,015	0,739	1,123	1,045	0,933
Guajará	1,152	0,649	0,410	0,858	1,099	1,336	1,054	1,128	0,992	0,927	0,94	0,938
Humaitá	0,922	0,861	1,323	0,905	1,012	1,151	0,834	1,134	1,332	1,146	0,961	0,909
Ipixuna	0,713	0,371	1,584	0,895	1,657	1,369	0,871	0,867	1,149	1,053	1,018	0,913
Iranduba	1	1,025	1,057	0,837	0,912	1,4	1,194	1,379	1,163	0,668	0,891	0,854
Itacoatiara	0,911	0,575	1,088	1,001	1,517	1,299	1,018	1,201	1,202	1,06	1	0,956
Itamarati	1,243	0,559	0,460	0,861	1,399	1,218	1,118	1,189	1,125	0,914	1,076	1,001
Itapiranga	0,987	1,101	1,429	0,902	1,478	1,749	1,206	1,348	1,057	0,665	0,84	1,163
Japurá	1	0,899	0,940	1	1,753	1,313	1	1,479	0,958	0,745	0,775	0,754
Juruá	1,319	0,997	1,084	0,801	1,297	1,158	1,248	1,172	1,206	0,723	0,841	0,739
Jutaí	1,107	1,114	1	1,096	1	1	0,99	0,289	0,306	1,307	0,707	0,802
Lábrea	1,196	1,256	1,322	0,996	1,624	1,806	0,941	0,932	1,082	0,983	1	0,944
Manacapuru	1	1,199	1,214	0,932	0,663	1,227	1,072	1,337	1,022	0,966	0,939	0,972
Manaquiri	1,007	1,062	0,958	1,163	1,066	1,003	0,783	1,076	1,208	0,865	0,769	0,957
Manaus	1,040	1,117	1,572	1,031	2,023	1,172	0,776	1,224	1	1,065	0,981	1
Maraã	0,761	0,557	1,120	1,701	2,821	1,978	0,83	0,856	1,04	0,975	1,006	0,923
Maués	0,889	0,621	1,004	1,053	1,942	1,702	0,882	1,254	0,983	1,115	0,881	0,955
Nhamundá	1,128	0,987	2,070	0,872	1,824	1,306	1,01	1,31	0,931	0,942	0,961	1,011
Nova Olinda do Norte	0,981	1,095	1,471	0,871	1,069	1,898	1,09	1,131	0,992	0,72	0,762	0,917
Novo Airão	0,909	1,114	2,600	0,879	1,523	1,284	0,948	1,133	1,024	0,993	0,88	1,058
Novo Aripuanã	1,003	1,114	0,817	0,91	1,782	1,71	1,033	1,06	0,888	0,977	0,841	0,886
Parintins	1,053	1,245	1,418	1,256	2,153	1,333	0,874	0,941	1,072	0,991	0,778	1,06

Presidente Figueiredo	1,008	1,105	3,053	0,967	1,592	1,065	1,046	1,348	1,028	0,929	1,039	1,08
Rio Preto da Eva	0,920	0,955	1,639	0,836	1,379	1,516	1,23	1,19	1,064	0,624	0,789	0,968
Santa Isabel do Rio Negro	0,924	0,689	1,790	1,349	1,865	4,609	0,981	1,169	1,186	1,024	0,862	0,898
São Gabriel da Cachoeira	0,920	1,245	1,127	1,08	1,198	1,076	1,131	1,145	1,373	1,024	1,016	1,031
São Paulo de Olivença	0,973	0,562	0,497	1,019	1,077	1,193	1,549	1,531	1,054	0,904	0,787	0,884
São Sebastião do Uatumã	1,044	1,194	1,863	0,886	1,218	1,374	1,072	1,274	0,998	0,89	0,845	0,867
Silves	0,780	0,614	2,256	0,989	2,032	1,745	1,193	1,325	0,967	1,097	1,095	0,965
Tabatinga	1,142	0,607	0,708	1,12	1,422	1,616	1,107	1,43	1,464	0,949	1	1
Tapauá	1	0,854	1,035	0,794	0,891	1,503	1,2	1,144	0,909	0,697	0,763	0,937
Tefé	1,180	1,289	1,602	1,075	1,623	1,613	0,787	1,015	1,045	1,077	1,041	0,958
Tonantins	1,070	1,042	0,950	1,077	0,995	0,988	1	1,154	0,956	1	0,932	0,893
Uarini	1,269	0,842	0,783	0,783	0,946	1,682	0,929	0,943	0,797	0,972	1,056	0,923
Urucará	0,956	0,757	0,950	0,77	1,153	1,758	1,22	1,311	1,113	1,031	1,382	0,858
Urucurituba	1	1,480	2,289	0,858	1	0,773	1,038	0,727	0,74	0,959	0,958	0,926

Nota. Mod = Modelo

Apêndice G – Mudança tecnológica (efeito *frontier-shift*) por biênio e modelo.

Município	2011-2010			2012-2011			2013-2012			2014-2013		
	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 1	Mod 2	Mod 3
Alvarães	0,789	0,957	0,910	1,099	0,64	0,672	1,021	0,783	1,039	0,956	1,086	1,043
Amaturá	0,781	0,935	0,933	1,678	1,241	0,558	0,802	0,738	1,002	2,261	1,254	1,047
Anamá	0,766	0,901	0,879	1,481	1,421	0,677	0,824	0,77	0,973	1,016	1,103	1,057
Anori	0,746	1,036	0,981	1,101	0,75	0,773	0,976	0,856	0,842	1,155	0,976	0,954
Apuí	0,914	1,292	0,839	1,169	0,939	0,584	0,605	0,582	0,996	1,177	1,282	1,047
Autazes	0,847	1,079	0,904	1,057	0,615	0,601	0,832	0,904	1,001	1,232	1,081	1,037
Barcelos	0,758	0,811	0,884	0,938	0,612	0,528	1,154	0,904	0,962	0,892	1,052	1,074
Barreirinha	0,784	0,835	0,919	0,949	0,808	0,906	1,164	0,841	0,77	0,876	1,024	1,045
Benjamin Constant	0,795	1,040	0,795	0,982	0,587	0,682	1,203	0,944	1,076	1,957	0,833	1,058
Beruri	0,721	0,887	1,194	1,12	1,041	0,859	1,04	0,567	0,981	0,945	0,888	0,88
Boca do Acre	0,775	0,801	0,876	1,067	0,658	0,735	1,095	0,917	0,865	0,978	1,016	1,057
Borba	0,886	1,057	0,814	1,072	0,72	0,58	0,785	0,697	0,963	1,189	1,098	1,067
Caapiranga	0,775	0,951	0,964	1,177	0,832	0,726	0,761	0,632	0,98	1,423	1,032	0,991
Canutama	0,719	0,919	0,879	1,231	0,928	0,611	0,749	0,633	0,909	1,074	1,017	1,072
Carauari	0,617	0,919	0,867	2,062	1,526	0,578	0,874	0,732	0,937	0,766	0,77	1,078
Careiro	0,791	1,13	0,855	1,554	1,77	0,702	0,5	0,407	1,026	1,155	1,08	1,07
Careiro da Várzea	0,756	0,673	0,493	1,018	0,459	0,882	1,068	0,826	1,09	0,974	1,099	0,991
Coari	1,158	1,559	0,897	1,026	0,863	0,842	1,068	0,61	0,758	0,952	1,043	0,927
Codajás	0,851	1,298	0,844	0,997	0,537	0,509	0,98	0,776	0,968	0,996	1,175	1,073
Eirunepé	0,751	0,888	0,974	1,063	0,738	0,775	1,001	0,888	0,791	1,032	1,014	1,045
Fonte Boa	0,782	0,788	0,945	1,061	0,75	0,84	1,055	0,915	0,92	2,237	1,01	1,011
Guajará	0,744	0,984	0,935	1,129	0,742	0,552	0,981	0,896	0,965	1,134	1,068	1,069
Humaitá	0,861	1,229	0,882	0,98	0,845	0,829	1,046	0,732	0,777	0,897	0,986	1,04
Ipixuna	0,721	0,814	0,682	1,018	0,563	0,651	1,061	0,86	0,976	0,941	1,045	1,072
Irlanduba	0,832	0,9	0,917	1,242	0,972	0,674	0,787	0,783	0,898	1,494	1,062	1,077
Itacoatiara	0,840	1,202	0,896	0,978	0,647	0,716	0,916	0,758	0,894	0,915	1,074	1,072
Itamarati	0,787	0,253	0,245	1,042	0,767	0,842	1,006	0,841	0,771	1,079	0,999	1,025
Itapiranga	0,820	1,048	0,630	1,019	0,652	0,605	0,861	0,775	1,01	1,47	1,135	1,003
Japurá	0,943	1,018	0,782	1,042	0,586	0,647	0,68	0,684	1,062	1,167	1,1	1,022
Juruá	0,748	1,026	0,904	1,028	0,811	0,921	1,119	0,902	0,828	0,944	1,006	1,074
Jutaí	0,797	1,049	0,855	1,065	0,662	0,676	0,943	0,848	0,734	1,773	0,991	1,028
Lábrea	0,764	0,952	0,902	1,082	0,626	0,588	1,081	0,906	0,84	1,011	1,008	1,042
Manacapuru	2,118	2,577	0,829	0,714	0,629	0,719	0,928	0,705	0,979	0,889	1,059	1,074
Manaquiri	0,780	0,917	0,881	0,976	0,812	0,891	1,03	0,669	0,778	0,932	1,017	1,04
Manaus	0,859	0,846	0,578	0,865	0,502	0,835	1,151	0,799	1,085	0,884	1,082	0,993
Maraã	0,775	0,951	0,843	0,93	0,53	0,496	0,87	0,702	0,968	0,938	1,035	1,078
Maués	0,814	1,182	0,799	0,971	0,495	0,658	1,064	0,796	1,036	0,897	1,086	1,044
Nhamundá	0,758	0,728	0,442	1,023	0,551	0,823	1,013	0,793	1,122	1,069	1,091	0,978
Nova Olinda do Norte	0,826	0,935	0,863	1,158	0,828	0,531	0,882	0,781	0,964	1,214	1,115	1,073
Novo Airão	0,834	0,654	0,410	0,956	0,654	0,667	1,143	0,802	1,023	0,872	1,087	1,022
Novo Aripuanã	0,777	0,654	0,902	1,026	0,581	0,561	1,037	0,841	0,948	0,938	1,088	1,076
Parintins	0,821	0,972	0,872	0,884	0,77	0,792	0,446	0,347	0,984	0,87	1,025	0,957

Presidente Figueiredo	0,821	1,009	0,337	1,039	0,609	0,838	0,925	0,752	1,103	1,056	1,092	1,017
Rio Preto da Eva	0,865	0,968	0,620	1,076	0,747	0,729	0,728	0,703	1,005	1,296	1,081	1,037
Santa Isabel do Rio Negro	0,838	1,053	0,482	1	0,54	0,66	1,135	0,798	1,124	0,936	1,059	0,977
São Gabriel da Cachoeira	0,790	0,832	0,960	0,963	0,808	0,91	1,077	0,905	0,744	0,944	1,008	1,016
São Paulo de Olivença	0,755	0,935	0,791	1,169	0,926	0,718	0,694	0,667	1,006	2,099	1,122	1,036
São Sebastião do Uatumã	0,818	0,890	0,504	1,083	0,765	0,646	0,853	0,733	1,093	1,109	1,108	1,012
Silves	1,008	1,450	0,452	1,002	0,534	0,646	0,838	0,714	1,103	1,645	1,472	1,017
Tabatinga	0,825	0,988	0,854	1,084	0,635	0,684	1,116	0,965	1,095	2,104	1,052	1,049
Tapauá	0,942	1,238	0,791	1,252	1,034	0,603	0,514	0,472	0,977	1,13	1,138	1,051
Tefé	0,772	0,970	0,827	0,936	0,605	0,693	1,159	0,926	0,978	0,938	0,991	1,054
Tonantins	0,783	0,942	1,036	1,103	1,028	0,98	1,071	0,811	0,869	2,279	1,006	1,019
Uarini	0,848	0,930	0,922	1,089	0,671	0,627	1,006	0,904	1,127	1,093	0,998	1,033
Urucará	0,779	1,072	0,874	1,212	0,831	0,606	0,841	0,834	0,916	1,197	1,097	1,077
Urucurituba	0,793	0,648	0,458	1,024	0,417	0,603	1,027	0,879	0,987	1,017	1,022	1,063

Nota. Mod = Modelo