



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS**

PEDRO GOMES ANDRADE

**O PAPEL DOS SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA PARA A
REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL NO BRASIL ENTRE 1991 E 2010**

**CAMPINAS
2019**

PEDRO GOMES ANDRADE

**O PAPEL DOS SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA PARA A
REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL NO BRASIL ENTRE 1991 E 2010**

Tese apresentada ao Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Demografia.

Orientadora: Dra. Tirza Aidar

Coorientador: Dr. Everton Emanuel Campos de Lima

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À
VERSÃO FINAL DA TESE ESCRITA PELO
ALUNO PEDRO GOMES ANDRADE E
ORIENTADO PELOS PROFESSORES.
DRA. TIRZA AIDAR E DR. EVERTON
EMANUEL.

**CAMPINAS
2019**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas
Cecília Maria Jorge Nicolau - CRB 8/3387

An24p Andrade, Pedro Gomes, 1987-
O papel dos serviços básicos de infraestrutura urbana para a redução da mortalidade infantil no Brasil entre 1991 e 2010 / Pedro Gomes Andrade. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Tirza Aidar.

Coorientador: Everton Emanuel Campos de Lima.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Mortalidade infantil - Brasil - Estatísticas. 2. Análise espacial (Estatística). 3. Econometria. 4. Censo demográfico. 5. Crianças - Condições sociais. I. Aidar, Tirza, 1961-. II. Lima, Everton Emanuel Campos de, 1981-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The role of basic urban infrastructure services in reducing infant mortality in Brazil between 1991 and 2010

Palavras-chave em inglês:

Infant mortality - Brazil - Statistics

Spatial analysis (Statistics)

Econometrics

Demographic census

Children - Social conditions

Área de concentração: Demografia

Titulação: Doutor em Demografia

Banca examinadora:

Tirza Aidar [Orientador]

Luciana Correia Alves

Alexandre Gori Maia

Luciana Conceição de Lima

Bernardo Lanza Queiroz

Data de defesa: 18-10-2019

Programa de Pós-Graduação: Demografia

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-3004-0787>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/7200020040451025>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, composta pelos Professores Doutores a seguir descritos, em sessão pública realizada em 18/10/2019, considerou o candidato Pedro Gomes Andrade APROVADO.

Profa. Dra. Tirza Aidar (orientadora) – IFCH/UNICAMP

Profa. Dra. Luciana Conceição de Lima – UFRN

Prof. Dr. Bernardo Lanza Queiroz – CEDEPLAR/UFMG

Profa. Dra. Luciana Correia Alves – IFCH/UNICAMP

Prof. Dr. Alexandre Gori Maia – IE/UNICAMP

A Ata de Defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertações/Teses e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Demografia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

Dedico a minha esposa Ana Camila, ao meu filho que está a caminho, aos meus pais Elizabeth e Eduardo, e a todos os gestores públicos e pessoas que de alguma forma conseguem fazer a diferença para diminuir as desigualdades sociais no Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha esposa Ana Camila, que esteve presente em todo percurso do doutorado, fazendo parte da minha vida pessoal, mas também acadêmica. Sem você tudo teria sido diferente e, certamente o percurso seria mais difícil. Agradeço aos meus pais Elizabeth e Eduardo, por sempre terem incentivado a continuidade dos meus estudos. Agradeço ao meu amigo William por ter sido o primeiro a me incentivar a fazer o doutorado na UNICAMP. Agradeço a toda a minha família e aos amigos mais próximos, o apoio de vocês foi fundamental para a conclusão desta etapa da minha vida!

Agradeço ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em especial a Janine Mello por proporcionar a possibilidade de trabalhar, fazendo doutorado, pela compreensão, flexibilidade e por todo conhecimento transmitido em múltiplas áreas. Agradeço a todo o corpo docente da Demografia da Unicamp, aos funcionários do Núcleo de Estudos de População (NEPO) e do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH), em especial à professora Maria Coleta Ferreira Albino de Oliveira, que em minha chegada a UNICAMP, lecionou a disciplina Questões Demográficas Atuais e marcou o processo de término das disciplinas obrigatórias, em Seminário de Tese. Certamente, você me deixou com uma percepção mais crítica, em relação à quando cheguei na UNICAMP. Agradeço a professora Glaucia Marcondes, por também ter desempenhado tal papel, não apenas na minha formação como demógrafo, mas também pessoal, principalmente nas conversas de “corredor”. Agradeço a professora Luciana Correia Alves por ter despertado o meu interesse na área de mortalidade e saúde, em suas disciplinas ministradas, mas principalmente por todas as palavras amigas ao longo deste trajeto e pelas considerações realizadas na banca de qualificação e final da tese. Agradeço a minha orientadora prof. Tirza Aidar por todo auxílio nesta empreitada e pela leitura crítica da tese. Agradeço ao meu coorientador, prof. Everton Emanuel Campos de Lima, por ter aceitado o convite de coorientação, mesmo já na reta final do doutorado, por todo conhecimento transmitido e por ter sido meu tutor no Programa de Estágio Docente da Unicamp. Agradeço a profa. Ana Carolina Soares Bertho da Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE), pelas considerações na banca de qualificação, mas também por ter sido meu primeiro contato com a componente mortalidade, ainda no mestrado. Agradeço aos demais membros da banca final por terem aceitado o convite, pelas contribuições e sugestões realizadas. Agradeço a pesquisadora Denise Helena França Marques Maia da Fundação João Pinheiro (FJP), pela disponibilidade e boa vontade no esclarecimento

de dúvidas sobre a estimação da taxa de mortalidade infantil do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Agradeço aos amigos da Unicamp, que não apenas foram colegas de classe, mas também amigos de churrascos, bares, congressos, resenhas e conselheiros acadêmicos. Não poderia deixar de mencionar alguns: Ana Camila, Anna Karoline, Bladimir, Dario Scott, Felipe Vazquez, Fernanda Fortes, Giovana, Gustavo Brusse, Jóice, José Henrique, Kelly Cristina, Luiza, Natalia Arruda, Natália Demétrio, Raphael Mendonça, Renato, Tathy, Thiago Bonatti e William. Certamente vocês deixaram todo o percurso muito mais leve!

Por fim, meu agradecimento a todos aqueles aqui não mencionados, mas que de alguma forma participaram do processo de construção deste trabalho, e principalmente a Deus, meu muito obrigado! O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Portanto agradeço a CAPES pelo auxílio financeiro nos três anos de bolsa, que proporcionaram a dedicação exclusiva ao doutorado neste período.

RESUMO

Desde a década de 1930 o Brasil experimenta significativa redução da mortalidade infantil, que ocorre de forma heterogênea regionalmente no país em função de múltiplos fatores. A expansão do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, o aumento da escolaridade, o processo de declínio da fecundidade, os diferentes níveis de renda da população, o processo de urbanização e o acesso a políticas públicas de saúde e transferência de renda, são importantes aspectos que ajudam a compreender o processo de queda da taxa de mortalidade infantil no país. Frente a isso, a perspectiva adotada neste trabalho assume como premissa a existência da relação entre a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e o processo de queda da mortalidade infantil no Brasil. Os serviços de água encanada, energia elétrica, esgotamento sanitário e coleta de lixo, que se inserem no conjunto de fatores relacionados às condições habitacionais da população, são importantes fatores diferenciadores da mortalidade infantil, conforme destaca a literatura nacional e internacional. Tais serviços são previstos na Constituição brasileira de 1988 e deveriam atender a toda população, contudo isto não ocorre no Brasil, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, devido a um processo histórico de baixo interesse e investimentos nestas regiões. Levando em consideração estes aspectos, foram utilizadas técnicas de análise de estatística multivariada e estatística espacial, para estudar o processo de queda da mortalidade infantil por microrregiões, contemplando os anos de 1991, 2000 e 2010. Foram utilizadas estimativas oficiais de mortalidade infantil para pequenas áreas, agregadas para 558 microrregiões, indicadores de serviços básicos de infraestrutura urbana e alguns relacionados a outras variáveis contextuais consideradas relevantes para o tema, construídos a partir dos Censos Demográficos. Foi constatado que o processo de queda da mortalidade infantil, assim como ocorre o processo de Transição Epidemiológica, é heterogêneo regionalmente no país. Além disso, está associado a expansão do acesso aos serviços básicos de infraestrutura urbana, existindo variação na sua importância de acordo com o decênio analisado. Tais fatores tornam-se até mesmo mais importantes para explicar a queda da mortalidade infantil no Brasil, do que outras variáveis contextuais, que ocorreu no período entre 1991 e 2000. Foi constatada a importância da ampliação do acesso à energia elétrica para a redução da mortalidade infantil, sendo até mesmo mais importante do que a expansão do acesso a esgotamento sanitário pela rede coletora, serviço que em 2010 ainda é residual em diversas regiões do país.

Palavras-chave: Mortalidade infantil; Serviços básicos de infraestrutura urbana; Estatística espacial; Dados em painel; Censos Demográficos.

ABSTRACT

Since the 1930s, Brazil has experienced a significant reduction in infant mortality, which occurs heterogeneously regionally in the country and due to multiple factors. Expanding access to basic urban infrastructure services, increasing schooling, the process of declining fertility, different income levels of the population, the urbanization process, and access to public health and cash transfer policies are important factors that help to understand the process of declining rate of infant mortality in the country. In view of this, the perspective adopted in this paper assumes the existence of the relationship between the expansion of access to basic urban infrastructure services and the process of declining infant mortality in Brazil. The services of piped water, electricity, sanitation and garbage collection, which are part of the set of factors related to the housing conditions of the population, are important differential factors of infant mortality, as highlighted by national and international literature. Such services are provided for in the Brazilian Constitution of 1988 and should cover the entire population; however, this does not occur in Brazil, especially in the North and Northeast, due to a historical process of low interest and investment in these regions. Taking these aspects into consideration, multivariate and spatial statistics analysis techniques were used, to study the process of declining infant mortality by microregions, covering the years 1991, 2000 and 2010. Official estimates of infant mortality for small areas, aggregates for 558 microregions, indicators of basic urban infrastructure services, and some other important contextual variables considered relevant to the theme, constructed by the Demographic Census. It was found that the process of infant mortality decline, as well as the process of Epidemiological Transition, is heterogeneous regionally in the country. In addition, it is associated with the expansion of access to basic urban infrastructure, varying in importance according to the decade analyzed. These factors become even more important in explaining the decline in infant mortality in Brazil than in other contextual variables that occurred in the period between 1991 and 2000. The importance of increasing access to electricity to reduce mortality was noted. Even more important than the expansion of access to sewage by the collection system, a service that in 2010 is still residual in several regions of the country.

Keywords: Infant mortality; Basic urban infrastructure services; Spatial statistics; Panel data; Demographic Census.

LISTA DE TABELAS

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Modelo Clássico da Transição Demográfica	26
GRÁFICO 2 – Evolução da queda da Taxa de Mortalidade Infantil, Brasil e Grandes Regiões, 1930\1990.....	39
GRÁFICO 3 – Estimativas da Taxa de Mortalidade Infantil por diferentes fontes e anos, Brasil.....	60
GRÁFICO 4 – Boxplot comparativo das estimativas de taxa de mortalidade infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, segundo Brasil e Grandes Regiões, 1991	72
GRÁFICO 5 – Comparação entre estimativas de taxa de mortalidade infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, 1991 ..	73
GRÁFICO 6 – Boxplot comparativo da diferença relativa (DRA_{abs}) entre das estimativas de taxa de mortalidade infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, segundo Brasil e Grandes Regiões, 1991	74
GRÁFICO 7 – Curvas de densidade da distribuição da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, Brasil e Grandes Regiões, 1991\2000\2010	90
GRÁFICO 8 – <i>Boxplots</i> da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, Brasil e Grandes Regiões, 1991\2000\2010.....	90
GRÁFICO 9 – Medida de bondade de ajuste de variância, para identificar o número ótimo de grupos, de acordo com métodos selecionados	98
GRÁFICO 10 – Curvas de densidade da distribuição da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, Brasil e Grupos de Padrões de Queda, 1991\2000\2010.....	102
GRÁFICO 11 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grande Região e ano	129
GRÁFICO 12 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grande Região e ano.....	130
GRÁFICO 13 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grupos de Padrões de Queda e ano	132
GRÁFICO 14 – Intervalos de 95% de confiança para a média da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, de acordo com a Grande Região e ano	134
GRÁFICO 15 – Intervalos de 95% de confiança para a média da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, de acordo com o Padrão de Queda da mortalidade infantil e ano.....	135
GRÁFICO 16 – Intervalos de 95% de confiança para os coeficientes estimados para a regressão da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, em função da Grande Região, Padrão de Queda da mortalidade infantil e serviços básicos de infraestrutura urbana por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)	140
GRÁFICO 17 – Intervalos de 95% de confiança para os coeficientes estimados dos serviços básicos de infraestrutura urbana, para a regressão da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, em função dos modelos de Antes e Depois de inserir outras variáveis contextuais e por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010).....	141
GRÁFICO 18 – Histogramas de resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para os painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010, Brasil	147

GRÁFICO 19 – Histogramas de resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para os painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010, segundo Grandes Regiões	148
GRÁFICO 20 – Gráficos de dispersão da taxa de mortalidade infantil <i>versus</i> dos resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para painéis completos (1991/2000/2010), Brasil todos os anos	149
GRÁFICO 21 – Gráficos de dispersão da taxa de mortalidade infantil <i>versus</i> dos resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para painéis completos (1991/2000/2010), segundo Grandes Regiões, todos os anos	150

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Indicadores de Condição Socioeconômica (CSE) em investigações de saúde.....	33
QUADRO 2 – Abordagens conceituais das ciências sociais e ciências médicas para estudos de sobrevivência de crianças.....	35
QUADRO 3 – Quesitos relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana nos censos de 1991, 2000 e 2010.....	108

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Modelo teórico para os Determinantes Sociais da Saúde.....	31
FIGURA 2 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras estimadas pelo Ministério da Saúde, 1989\1990\1994\1998.....	66
FIGURA 3 – Comparativo entre Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, estimadas pelo Ministério da Saúde, 1990\1991.....	67
FIGURA 4 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013, 1991\2000\2010.....	70
FIGURA 5 – Diferença relativa absoluta (DRA_{abs}) entre as taxas de mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013 e pelo Ministério da Saúde, 1991.....	75
FIGURA 6 – Direção da diferença relativa (DRA) entre as taxas de mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013 e pelo Ministério da Saúde, 1991.....	75
FIGURA 7 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010.....	87
FIGURA 8 – Taxa de decréscimo no período entre 1991 e 2010 da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras.....	92
FIGURA 9 – Diferença em módulo da Taxa de Mortalidade Infantil em 2010 e 1991 por microrregiões brasileiras.....	93
FIGURA 10 – Distância em óbitos da Taxa de Mortalidade Infantil em 2010 e a de países nos quais as causas não evitáveis são residuais ($TMI=4$) por microrregiões brasileiras.....	94
FIGURA 11 – Coordenadas geográficas dos grupos de padrões de queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991/2010.....	100
FIGURA 12 – Padrões de queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991/2010.....	101
FIGURA 13 – Percentual de acesso à rede geral de distribuição de água, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010.....	124
FIGURA 14 – Percentual de acesso à rede coletora de esgoto, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010.....	125
FIGURA 15 – Percentual de acesso à coleta de lixo, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010.....	126
FIGURA 16 – Percentual de acesso à energia elétrica, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010.....	127
FIGURA 17 – Percentual de acesso à energia elétrica, por microrregiões brasileiras, 2010.....	128
FIGURA 18 – Mapas de valores críticos para resíduos padronizados dos modelos Antes e Depois, estimados para painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010.....	149

LISTA DE ABREVIATURAS

ACF – Análise dos Fatores Comuns
ACP – Análise dos Componentes Principais
AF – Análise Fatorial
AIC – Akaike Information Criterion
AMS - Pesquisa Assistência Médico-Sanitária
CEDEPLAR – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional
CESB – Companhias Estaduais de Saneamento Básico
CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde
CSE – Condição Socioeconômica
DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DHS – Demographic and Health Surveys
DO – Declaração de Óbito
FJP – Fundação João Pinheiro
GVF – Goodness of Variance Fit Measure
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC – Intervalos de Confiança
IDB – Indicadores e Dados Básicos
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
KMO – Kaiser Meyer Okin
MS – Ministério da Saúde
MSA – Estatística de Adequação da Amostra
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONU – Organização das Nações Unidas
PAISM – Programa de Atenção Integral à Saúde da Mulher
PBF – Programa Bolsa Família
PIB – Produto Interno Bruto
PLANASA – Plano Nacional de Saneamento
PNAD – Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios
PNI – Programa Nacional de Imunização
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

PRMI – Programa Redução da Mortalidade na Infância
RIPSA – Rede Interagencial de Informações para a Saúde
SAR – Spatial Autogressive Model
SARAR – Spatial Autogressive Model with Autorregressive disturbance
SEM – Spatial Error Model
SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade
SINASC – Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos
SUS – Sistema Único de Saúde
TD – Transição Demográfica
TE – Transição Epidemiológica
TFT – Taxa de Fecundidade Total
TM – Transição da Mortalidade
TMI – Taxa de Mortalidade Infantil
TRO – Terapia de Reidratação Oral
TS – Transição da Saúde
UF – Unidades da Federação
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância
VIF – Variance Inflation Fator

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
CAPÍTULO 1 – DIFERENCIAIS NA MORTALIDADE INFANTIL, COM ENFOQUE PARA OS SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA.....	25
1.1 Aspectos teóricos sobre a Transição da Mortalidade e a relação com serviços básicos de infraestrutura urbana	25
1.1.1 A Transição da Mortalidade	25
1.1.2 A relação entre condições habitacionais, com enfoque para os serviços básicos de infraestrutura urbana e a mortalidade infantil.....	30
1.2 A queda da mortalidade infantil no Brasil: sua heterogeneidade regional e os fatores associados, em especial os serviços básicos de infraestrutura urbana.....	36
1.2.1 A heterogeneidade do processo de queda da mortalidade infantil no Brasil	36
1.2.2 Diferenciais na mortalidade infantil brasileira e os serviços básicos de infraestrutura urbana.....	43
CAPÍTULO 2 – MENSURAÇÃO DA TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL POR MICRORREGIÕES.....	55
2.1 Aspectos gerais sobre a estimação da Taxa de Mortalidade Infantil.....	55
2.2 A(s) Taxa(s) de Mortalidade Infantil oficial(is) do Brasil.....	57
2.3 Mensuração da mortalidade infantil por microrregiões utilizada neste trabalho.....	62
2.3.1 Possibilidade de análise através das “Estimativas da Mortalidade Infantil por Microrregiões e Municípios” de Celso Simões	63
2.3.2 Possibilidade de análise através do “O Atlas de Desenvolvimento Humano” de 2013.....	67
2.3.3 Comparando as possibilidades apresentadas anteriormente para o ano de 1991.....	71
CAPÍTULO 3 – O PROCESSO DE QUEDA DA MORTALIDADE INFANTIL NO PERÍODO ENTRE 1991 E 2010: ANÁLISE DE PADRÕES A PARTIR DE MICRORREGIÕES.....	76
3.1 Introdução.....	76
3.2 Materiais e métodos.....	76
3.2.1 Criação de índices sintéticos	77
3.2.2 Análise da dependência espacial	83
3.2.3 Métodos univariados para a estratificação de variáveis contínuas em grupos	84
3.3 Análise descritiva da queda da Taxa de Mortalidade Infantil nos anos de 1991, 2000 e 2010	86
3.4 O processo de queda da mortalidade infantil está ocorrendo de forma heterogênea regionalmente no país?.....	91
3.5 Discussão	102

CAPÍTULO 4 – A REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL POR MICRORREGIÕES E SUA RELAÇÃO COM A AMPLIAÇÃO DO ACESSO A SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA NO PERÍODO ENTRE 1991 E 2010 105

4.1 Introdução	105
4.2 Materiais e métodos	106
4.2.1 Variáveis selecionadas	107
4.2.2 Dados em painel.....	111
4.2.3 Dados em painel espacial.....	113
4.2.4 Especificação e adequabilidade dos modelos	116
4.2.5 Estratégia de modelagem	119
4.3 Análise descritiva da ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana	121
4.4 A dependência espacial no processo de queda da mortalidade infantil.....	133
4.5 A queda da mortalidade infantil associada aos serviços básicos de infraestrutura urbana	136
4.6 A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil?	140
4.7 Análise de resíduos dos modelos estimados para painéis completos (1991, 2000, 2010)	146
4.8 Discussão	152
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	157
REFERÊNCIAS.....	166
APÊNDICE.....	175

INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS)¹, em 2016 ocorreram 4,2 milhões de óbitos de crianças menores de 1 ano, correspondendo a 75% do total de óbitos de menores de 5 anos do mundo. O continente africano apresentou o maior risco de morte no primeiro ano de vida, correspondendo a 52 óbitos a cada mil nascidos vivos, mais de seis vezes que o continente europeu, que registrou 8 óbitos a cada mil nascidos vivos. Globalmente, a taxa de mortalidade infantil (TMI) era de 64,8 mortes a cada mil nascidos vivos em 1990 e passou para 30,5 em 2016. Anualmente os óbitos infantis no mundo declinaram de 8,8 milhões para 4,2 milhões, de 1990 a 2016.

A queda da mortalidade infantil, sobretudo nos últimos 30 anos, apesar de ter ocorrido de forma bastante expressiva, incidiu heterogeneamente entre os países, em função de fatores históricos distintos. Destacam-se os fatores médicos, os relacionados a condições de vida da população e biológicos (MCKEOWN, 2009; MCKEOWN; BROWN, 1955; MOSLEY; CHEN, 1984; OMRAN, 1998). A velocidade da queda da mortalidade e o papel de seus condicionantes, variaram de acordo com diversos aspectos, relacionados principalmente com o momento em que os níveis de mortalidade começaram a reduzir, revelando o início do processo de transição da mortalidade. Em grande medida, na transição da mortalidade, e as diferenças entre os países estão relacionadas ao desenvolvimento econômico, a inovações médicas e ações na área da saúde pública (ARRIAGA; DAVIS, 1969; PENDLETON; YANG, 1985; PRESTON, 1975).

Fatores próximos como o não acompanhamento médico na gestação e o baixo peso ao nascer, além do acesso a informações sobre saúde e prevenção, associado também à escolaridade das mães, e outros fatores de contextos socioeconômicos relacionados a piores condições de vida são importantes determinantes da mortalidade nos primeiros anos de vida (MOSLEY; CHEN, 1984). Além destes fatores, associados aos níveis diferenciais de mortalidade, importantes iniciativas internacionais ajudaram na redução da mortalidade infantil e contribuíram para a promoção da proteção contra a violência, fome, trabalho infantil, pobreza e agiram para garantir o acesso à educação, sobretudo nas últimas décadas.

Destacam-se como importantes iniciativas para a redução da mortalidade infantil, em diversos países do mundo: a criação do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) em 1946, Declaração dos Direitos da Criança em 1959, Programa das Nações

¹ Disponível em: http://www.who.int/gho/child_health/mortality/neonatal_infant_text/en/. Acesso em: 12 abr. 2018.

Unidas para o Desenvolvimento Humano (PNUD) em 1966, diversas conferências internacionais, com destaque para a criação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) em 2000 e mais recentemente dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015. Em especial os ODMs tiveram importante papel para a redução da mortalidade infantil, sendo a primeira iniciativa internacional com metas pré-definidas a serem alcançadas.

No Brasil, apesar da grande redução da mortalidade infantil e ganhos expressivos na expectativa de vida ao nascer, os níveis alcançados na década de 2010, ainda são altos quando comparados com resultados alcançados por outros países. A Coreia do Sul apresentava na década de 50 TMI bem próxima à brasileira, período pré-transição urbana em ambos os países, além da semelhança de parte importante dos indicadores sociais, de acordo com dados da ONU². No período entre as décadas de 50 e de 2010 a Coreia do Sul conseguiu alcançar a redução de 4.633% na TMI, enquanto no Brasil, apesar de grande redução, foi bastante inferior, cerca de 860%. De acordo com *World Population Prospects: The 2017 Revision* da ONU, a Coreia do Sul passa de 137,98 óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascimentos, para 2,98, enquanto o Brasil de 136,38 para 15,79. A Coreia do Sul consegue atingir valores considerados baixos, em grande parte, devido aos óbitos residuais ocasionados por causas não evitáveis. O nível atual vivenciado pelo Brasil é atingido ainda na década 80 pela Coreia do Sul. Isto reflete que, apesar do Brasil ter obtido drástica redução da mortalidade infantil, ainda é possível reduzir mais, mesmo tendo atingido a meta de redução da mortalidade na infância, dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

Além disso, existe grande diferencial nas taxas de mortalidade infantil em níveis subnacionais, decorrentes de condições de vida heterogêneas e de priorização de recursos investidos em certas localidades do país ao longo do tempo, como as regiões Sul e Sudeste, sobretudo aqueles relacionados a melhorias de infraestrutura urbana como acesso a rede geral de distribuição de água, rede coletora de esgoto, coleta de lixo e acesso à energia elétrica (MERRICK, 1983; SASTRY, 1996; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981). Fatores como acesso diferenciado a serviços de saúde e políticas públicas, também são importantes diferenciais, sobretudo para discriminar os níveis de TMI e o processo de queda nas regiões Norte e Nordeste (DUARTE, 2007; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; RASELLA et al., 2013; SOUZA et al., 2007). Outro fator que contribui para a variabilidade dos níveis de mortalidade infantil em escalas intra-estaduais, é o diferencial de mortalidade infantil por causas, que variou ao longo do tempo e regionalmente, sendo em décadas passadas ais

² Não apenas o nível da mortalidade, mas diversas características socioeconômicas e sociais eram similares entre os dois países.

relacionados a causas exógenas e atualmente mais relacionadas a causas endógenas (FRANÇA et al., 2017; BRASIL, 2018; VICTORA et al., 2015).

De acordo com os Indicadores e Dados Básicos de 2012, do Ministério da Saúde, em 1990, os estados do Nordeste eram responsáveis pelas maiores taxas de mortalidade infantil. Alagoas tinha a maior taxa do país, correspondendo a 102,19 óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascidos vivos, enquanto que o Rio Grande do Sul tinha quase um quarto, correspondendo a 26,23 óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascidos vivos. Em 2010, a variabilidade das taxas de mortalidade infantil entre as UFs diminuiu, mas ainda é marcada por grandes discrepâncias. O estado com a maior taxa de mortalidade infantil era o Amapá (25,41) e o menor era Santa Catarina (11,18).

Diversos estudos têm demonstrado que os diferenciais de condições habitacionais interferem no bem estar e na saúde da população, sobretudo nos primeiros anos de vida, quando há maior risco de morte (MOSLEY; CHEN, 1984), mas também na sobrevivência nos anos subsequentes (ARCAYA; ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2016; BENGTSSON; LINDSTRÖM, 2000; VAN DE MHEEN et al., 1997). Dentre eles, inserem-se a importância de fatores socioambientais relativos ao acesso a serviços básicos (água, luz, esgotamento sanitário e energia elétrica), ou a características físicas dos domicílios, na conformação do processo de saúde-doença, em todo ciclo de vida dos indivíduos, mas principalmente nos primeiros anos de vida (ADLER, 2007; CARVALHO; SAYWER, 1978; DAHLGREN; WHITEHEAD, 1991; GALOBARDES; LYNCH; SMITH, 2007; MERRICK; BERQUO, 1983; MOSLEY; CHEN, 1984; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 2004a; 2004b; 1996; 1997; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981). Estes fatores, em grande medida, estão relacionados com aspectos sanitários, mas também com aspectos socioeconômicos, focalizados em importantes ações realizadas na transição da mortalidade e epidemiológica, que serão discutidos no Capítulo 1.

A análise da interação entre condições de vida e a mortalidade da população é importante, sobretudo em países em que a desigualdade social segrega a população, deixando grupos sociais específicos em situações de alta vulnerabilidade. Apesar da desigualdade social vivenciada no Brasil, poucos estudos têm se debruçado na relação entre a que da mortalidade infantil e os serviços básicos de infraestrutura urbana, como o acesso à água pela rede de distribuição, esgotamento sanitário pela rede de coleta, coleta de lixo e acesso à energia elétrica, sobretudo em períodos mais recentes. Em grande medida, a maior parte dos estudos data dos anos 80 até o final dos anos 90, em que existia menor acesso à luz, água tratada e esgotamento sanitário adequado, mas nem todos os serviços eram analisados conjuntamente

(MERRICK; BERQUO, 1983; SASTRY, 1996; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981). Após este período, poucos estudos trataram desta temática, ainda sem analisar a totalidade dos serviços, principalmente com escopo longitudinal (GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; ZANINI et al., 2009), fato que talvez indicaria que o tema não seja mais tão relevante, ou ainda, que os serviços básicos de infraestrutura urbana não sejam mais importantes para compreensão dos diferenciais na mortalidade infantil.

Com o processo de envelhecimento populacional em curso no país, houve uma tendência de os estudos sobre mortalidade estarem cada vez mais direcionados para a mortalidade adulta e idosa. Isto, aliado ao processo de queda da mortalidade infantil, naturalmente levou a um menor interesse no tema. Além disso, grande parte dos óbitos infantis, até aproximadamente a década de 1990 se concentravam no período pós-neonatal e se relacionavam às causas transmissíveis, após este período existe tendência crescente de óbitos infantis mais concentrados nos períodos mais próximos da ocasião do parto, cujas causas apresentam maior relação à assistência recebida no pré-natal e durante o nascimento, além de fatores genéticos (FRANÇA et al., 2017; BRASIL, 2018). Este fenômeno pode ter levado a um menor interesse por análise de diferenciais na mortalidade infantil por causas exógenas, que impactam mais fortemente no período pós-neonatal e em períodos de tempo mais recentes. Contudo, o país é bastante heterogêneo regionalmente, com diferentes níveis de mortalidade, fato que demonstra a importância de estudos em unidades de análise intra-estaduais, foco deste estudo.

A taxa de mortalidade infantil é tradicionalmente uma medida empregada como um indicador social representativo das condições gerais de vida ou saúde da população (JANNUZZI, 2012). Desta forma, monitorar o seu processo de queda ao longo do tempo é fundamental para compreender a realidade social brasileira. Certamente existiu grande avanço para alcançar melhores condições habitacionais da população brasileira, mas principalmente o baixo percentual de acesso a esgotamento sanitário adequado, em algumas regiões do país, ainda é um fator preocupante³. Em grande parte, a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana foi heterogêneo no país, devido ao interesse em regiões específicas, em geral situadas no Sudeste (SIMÕES, 2001).

Tendo em vista estes aspectos, este trabalho tem o objetivo estudar parte dos fatores associados à redução da mortalidade infantil no Brasil no período de 1991 a 2010, a

³ De acordo com o Censo Demográfico de 2010, nas regiões Norte e Nordeste o percentual de acesso dos domicílios à rede geral de esgoto era insatisfatório, cerca de 15 e 35%, respectivamente.

partir da análise das desigualdades sociais, expressas pelo acesso heterogêneo a serviços de infraestrutura urbana e estudar a distribuição espacial do processo de queda da mortalidade infantil em escala geográfica mais detalhada que o nível estadual. Este enfoque tem o objetivo de cobrir a lacuna de estudos mais recentes, relevando a importância de dar continuidade aos estudos sobre o processo de queda da mortalidade infantil e seus condicionantes, demonstrando a grande heterogeneidade regional que o país apresenta. Para isto, lançou-se mão do enfoque temporal e regional, a partir de técnicas de análise multivariada e econometria espacial. Além deste objetivo geral, três objetivos específicos foram investigados: i) avaliar e apresentar estimativas regionais da mortalidade infantil, no caso por microrregiões no Brasil em 1991, 2000 e 2010; ii) analisar a heterogeneidade regional do processo de queda da mortalidade infantil no Brasil e iii) identificar em quais períodos, os serviços básicos de infraestrutura urbana tiveram maior ou menor contribuição para redução da mortalidade infantil. Cabe ressaltar que estudar os principais fatores relacionados ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, que possam determinar a redução da mortalidade infantil, é importante para apontar quais são as localidades que estão em pior situação de vulnerabilidade social e demandam maior atenção para ações prioritárias à alocação de políticas públicas.

A pergunta de pesquisa que norteia o estudo é: *o acesso diferenciado a serviços básicos de infraestrutura urbana, ainda são importantes diferenciais na mortalidade infantil no Brasil?* Estudá-la permitirá analisar parte dos fatores associados à redução da mortalidade infantil no Brasil no período de 1991 a 2010, a partir da análise das desigualdades sociais, expressas pelo acesso diferenciado a serviços básicos de infraestrutura urbana.

Como estratégia metodológica, a pesquisa empírica foi desenvolvida em duas etapas. Na primeira, avalia-se a pergunta de pesquisa: *a heterogeneidade regional quanto ao processo de queda da mortalidade infantil, observada entre as UFs, se mantém ou se reforçam entre as microrregiões brasileiras?* E a primeira hipótese de pesquisa a ser avaliada: a heterogeneidade se mantém com diferenças ainda maiores, já que as microrregiões são mais homogêneas internamente e heterogêneas entre elas, socioeconômica e demograficamente, do que são as UF.

Na segunda etapa discute-se a hipótese de que a trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil no Brasil, e a persistência de níveis elevados em algumas localidades, está fortemente associada à heterogeneidade regional do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana. Com essa perspectiva, a segunda etapa da pesquisa teve como objetivo principal responder às seguintes questões:

Como se mantém as relações entre serviços básicos de infraestrutura e a mortalidade infantil no decorrer no tempo, regionalmente no Brasil? Neste caso, quais serviços são mais importantes? A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil?

Como mencionado, o embasamento e a justificativa das perguntas e hipóteses de pesquisa são apresentadas no Capítulo 1. Os métodos estatísticos para testar cada hipótese são apresentados ao longo do trabalho, em cada capítulo onde as hipóteses se inserem. Foram utilizadas fontes de dados de estatísticas públicas nacionais oficiais, em especial os Censos Demográficos, que permitiram a análise de três décadas, por meio das estimativas de mortalidade infantil e de indicadores relacionados a serviços básicos de infraestrutura urbana e condições habitacionais. Cabe ressaltar que os censos são um retrato momentâneo da população e que, no campo dos estudos sobre mortalidade, é na mortalidade infantil que se tem maior segurança que as informações domiciliares reportadas na pesquisa refletem as condições de vida que a criança vivenciou antes de vir a óbito, ou ainda o contexto em que as mães vivenciaram na gestação.

A partir de técnicas de estatística multivariada e de modelos de regressão espaço-temporais, verificou-se a heterogeneidade regional do processo de queda da mortalidade infantil e a relação com a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana: acesso à água pela rede geral de distribuição, acesso a esgotamento sanitário pela rede geral, acesso à energia elétrica e a coleta de lixo. Neste caso, o interesse foi estudar o papel do estado e de órgãos competentes em prover estes serviços, garantidos pela Constituição de 1988. Além dos serviços básicos, foram incorporadas outras variáveis contextuais que podem impactar também nos diferenciais na mortalidade infantil e na relevância dos serviços básicos de infraestrutura urbana.

Os fatores considerados para avaliar diferenciais na mortalidade, foram expressos por variáveis *proxy*, relacionadas a dimensões importantes, conforme revisão da literatura realizada no Capítulo 1, tais como: acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, escolaridade, renda, urbanização e fecundidade.

Dessa forma, este trabalho trata de um estudo ecológico, cujas unidades de análise são as microrregiões brasileiras, e o período temporal corresponde aos anos de 1991, 2000 e 2010. As microrregiões apesar de não ser uma escala geográfica de alocação de políticas pública, é uma *proxy* da escala municipal, uma área intermediária entre as cidades e a gestão estadual. A utilização de indicadores relacionais a serviços básicos de infraestrutura urbana é

extensa na literatura, mas o foco nesta temática e a abordagem da totalidade dos serviços ainda é um campo profícuo de estudo, sobretudo no que diz respeito a sua evolução temporal e regional do processo de queda da mortalidade infantil em curso no Brasil.

Tendo em vista estes aspectos, este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro é destinado à revisão da literatura sobre o tema, abordando diferenciais na mortalidade infantil, com enfoque para os serviços básicos de infraestrutura urbana no Brasil, bem como o processo de queda da mortalidade infantil em curso no país. Neste capítulo, serão formuladas as hipóteses de pesquisa, a partir da revisão da literatura a respeito do tema. O Capítulo 2 apresenta as diferentes formas de estimação da mortalidade infantil empregadas no Brasil e a estimativa eleita a ser utilizada neste trabalho. O Capítulo 3 tem o objetivo de estudar o processo de queda da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, no período entre 1991 e 2010, verificando a possibilidade de distintos padrões de queda. No Capítulo 4 são verificadas as associações entre o decréscimo da TMI e a ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana, bem como a diferenciação entre os distintos padrões de queda identificados no capítulo anterior e outras variáveis contextuais. Por fim, no último capítulo são apresentadas as Considerações Finais.

Os resultados obtidos vão de encontro a literatura, mas corroboram para identificar a importância de certos serviços ao longo e em períodos específicos dos últimos 30 anos. Houve variação de acordo com o decênio analisado, mas foi possível identificar que a expansão do sistema elétrico do país foi um dos fatores importantes, que só foi possível de ser identificado a partir de um estudo espaço-temporal. Espera-se, que este trabalho possa contribuir no campo dos estudos sobre mortalidade, gerando insumos para gestão pública e, também, do ponto de vista metodológico, com a inserção da dependência espacial nos estudos sobre a queda da mortalidade infantil.

CAPÍTULO 1 – DIFERENCIAIS NA MORTALIDADE INFANTIL, COM ENFOQUE PARA OS SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

O objetivo deste capítulo é apresentar o arcabouço teórico utilizado neste trabalho, a partir de duas seções. A primeira refere-se à Transição da Mortalidade e a relação entre a mortalidade infantil e condições habitacionais, com enfoque para os serviços básicos de infraestrutura urbana e abordagem internacional. A segunda, com enfoque nacional, aborda a queda da mortalidade infantil no Brasil, sua heterogeneidade regional e a relação com os serviços básicos de infraestrutura urbana.

1.1 Aspectos teóricos sobre a Transição da Mortalidade e a relação com serviços básicos de infraestrutura urbana

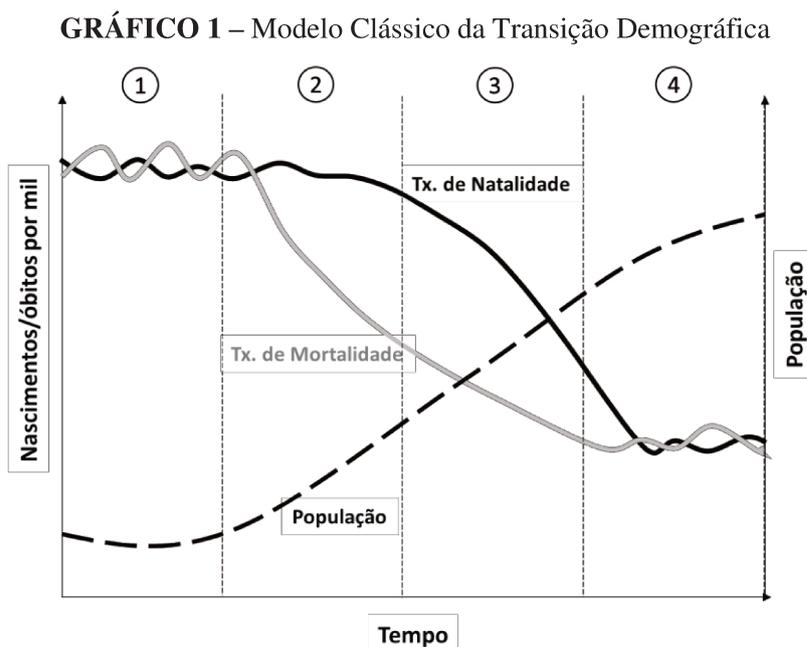
1.1.1 A Transição da Mortalidade

Ao longo da história a população humana passou por diversas transformações, principalmente sob aspectos biológicos, comportamentais, tecnológicos e sociais. No que tange à demografia, na era moderna, a teoria da Transição Demográfica (TD) ajudou a mapear dois processos que ocorrem paralelamente: mudanças na estrutura etária, resultando no processo de envelhecimento populacional, oriundas da queda da fecundidade e mortalidade, sobretudo da mortalidade infantil e na infância, compondo a Transição da Mortalidade (TM) e alterações no perfil epidemiológico da população, que estão associados a teoria conhecida como Transição Epidemiológica (TE). Mais recentemente, de forma mais ampla, a denominação de Transição da Saúde (TS).

A teoria sobre a TD, por exemplo, é discutida por diversos autores desde meados do séc. XX, sendo inicialmente delineada por Warren S. Thompson, em 1929, ao generalizar a experiência europeia e tem em sua formulação clássica, desenhada por Frank W. Notestein, em 1945, com a identificação de mudanças nos padrões temporais das componentes demográficas fecundidade e mortalidade, nos quais são identificados regimes demográficos distintos, iniciados pela queda da mortalidade infantil (NAMBOODIRI, 1996). Na formulação clássica da TD, apenas três fases são distinguidas: alto potencial de crescimento, transicional e declínio incipiente. Posteriormente, a partir da contribuição de diversos autores, passando a analisar os efeitos da migração e ampliando os diferenciados perfis de países, a teoria da TD foi reformulada (NAMBOODIRI, 1996). A *International Union for the Scientific Study of Population* (IUSSP) e também de acordo com Nazareth (2007), a partir da contribuição de

diversos autores, configura o processo de TD como um regime de quatro etapas (GRÁFICO 1):

- 1) **Pré-transição:** Elevadas taxas de natalidade e mortalidade; crescimento populacional baixo (fome, guerras, epidemias). Existiam muitos nascimentos, mas também muitos óbitos infantis, devido a condições sanitárias precárias e doenças infecciosas e parasitárias.
- 2) **Fase inicial da TD:** Taxa de mortalidade começa a cair e taxas de natalidade permanecem altas; elevado crescimento populacional. Melhores condições de vida, início da industrialização, avanços médicos, melhores condições de saúde e acesso a alimentos.
- 3) **Fase intermediária da TD:** Taxa de natalidade começam a diminuir; crescimento populacional desacelera. Período de grande urbanização, modernização, mudanças nos padrões, redução do tamanho das famílias, ampliação do uso de métodos contraceptivos e maior inserção da mulher no mercado de trabalho.
- 4) **Pós-transição:** Baixas taxas de natalidade e mortalidade.



Fonte: Adaptado de: Disponível em:
http://papp.iussp.org/sessions/papp101_s01/PAPP101_s01_090_010.html.
 Acesso em: 28 maio 2017.

Apesar de ser identificada na história de qualquer país; seu início, sua duração e velocidade acontecem de formas diferenciadas, sobretudo se compararmos países

desenvolvidos e em desenvolvimento. Em especial, existem diferenças significativas entre a TD dos países da América Latina e da Europa Ocidental (PALLONI, 1990). Isto se deve principalmente a aspectos culturais, socioeconômicos e de saúde pública, que geraram diferentes impactos na dinâmica demográfica dos países, em diferentes períodos de tempo.

Neste processo de transição, existe em paralelo a TE, caracterizada por mudanças complexas nos padrões de causa de morte e sua inter-relação com aspectos socioeconômicos, demográficos, ambientais, culturais, tecnológicos, configurando diferentes padrões de causa de morte (OMRAN, 1971; HORIUCHI, 1999). Estes processos se dão, principalmente, pelo mesmo ponto de partida, que é a redução da mortalidade infantil, que gera ganhos na expectativa de vida e caracteriza o início do processo de mudança do perfil de causas de óbitos na população. Embora a TD e TE tenham ocorrido de forma universal ao redor do mundo, as transformações aconteceram em velocidades e devido a condicionantes diferenciados entre os países.

No contexto da TD, a TE é caracterizada pela evolução progressiva de um perfil de alta prevalência de óbitos por doenças infecciosas e parasitárias, com alta carga de óbitos infantis, para outro quando predominam as causas de morte por doenças crônico-degenerativas e maior predominância de óbitos em idosos (OMRAN, 1971; HORIUCHI, 1999). Os condicionantes para mudanças no perfil epidemiológico da população são estudados por dois grandes enfoques. Por um lado, as abordagens que privilegiam os condicionantes socioeconômicos e contextuais mais gerais que atuam na qualidade de vida e da saúde das populações e indivíduos e, por outro lado, o enfoque médico/sanitário (ARRIAGA; DAVIS, 1969). Os dois enfoques se relacionam com as condições habitacionais da população, os aspectos socioeconômicos, diretamente relacionados com o poder aquisitivo da população e o acesso a melhores condições de vida, bem como aspectos sanitários, principalmente relacionados ao poder público e suas ações para o bem-estar da população.

Em grande medida, mudanças mais drásticas no padrão de causa de morte da população, ocorreram pós-Segunda Guerra Mundial, com a revolução na saúde pública, que parecia fornecer a chave para a solução dos problemas da alta mortalidade nos países em desenvolvimento, sem depender do desenvolvimento econômico e de melhores condições de vida que acompanharam a transição demográfica nos países desenvolvidos (SIMÕES, 1997). As diferenças no processo de queda da mortalidade, entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento, estavam relacionadas ao desenvolvimento econômico e/ou a inovações médicas e ações saúde pública (ARRIAGA; DAVIS, 1969; PENDLETON; YANG, 1985; PRESTON, 1975).

A queda da mortalidade, em grande parte dos países desenvolvidos, teve início no final do sec. XVIII e deveu-se aos aspectos econômicos, traduzidos principalmente por melhores condições de vida (PRATA, 1992). Nestes países a diminuição da mortalidade infantil também se caracterizou por uma acentuada redução das causas associadas a fatores exógenos e passíveis de prevenção, tais como condições adequadas de nutrição, saneamento e assistência médico hospitalar (PAIXÃO; FERREIRA, 2012). Por outro lado, nos países em desenvolvimento, em grande medida (exceções como o Brasil), a diminuição das taxas de mortalidade só é observada após a Segunda Guerra Mundial e, mesmo em contextos de forte desigualdade social, também houve queda expressiva da mortalidade e em menor tempo. Inovações médico sanitárias, maior higiene e melhores condições de nutrição, foram importantes fatores que agiram diretamente para a redução da mortalidade em geral, mas principalmente da mortalidade infantil (MOSLEY; CHEN, 1984; PALLONI, 1981; 1990). Noções de assepsia, descoberta da penicilina, ações de saúde pública, foram importantes agentes para a redução da mortalidade em países em desenvolvimento, como em vários países da África e Ásia que experimentaram a redução dos níveis de mortalidade em um contexto ainda de sociedade agrária (PRESTON, 1975).

Assim, nos países em desenvolvimento, a TD foi iniciada por uma rápida mudança na mortalidade, com expressiva redução, sobretudo na mortalidade infantil, o que resultou em ganhos significativos na expectativa de vida ao nascer. Já nos países europeus o processo foi mais lento, levando décadas para o aumento progressivo da expectativa de vida (SIMÕES, 1997). Na América Latina, Arriaga e Davis (1969) ressaltam que o desenvolvimento econômico foi importante no início do século, mas depois dos anos 30 o declínio da mortalidade foi mais acelerado, em grande parte associado a inovações médico/sanitárias.

Em grande medida, a rápida queda da mortalidade infantil e conseqüente o acelerado aumento da expectativa de vida ao nascer, deve-se a importação de inovações médicas e ações de saúde pública dos países europeus, que experimentaram o processo de transição da mortalidade de forma mais lenta e mais associada com o desenvolvimento econômico e de melhores condições de vida (PENDLETON; YANG, 1985; PRESTON, 1975). Nos países em desenvolvimento, em especial os latino americanos, a desigualdade social se apresenta como um dos fatores de maior importância dos diferenciais na mortalidade (BEHM, 2011), que ajuda a configurar um processo de Transição Epidemiológica (TE) diferenciado do que foi observado nos países desenvolvidos (PALLONI, 1981; FRENK et al., 1991a). A distribuição desigual da renda, a estratificação em grupos sociais díspares, o acesso

diferenciado aos serviços de saúde e aos serviços básicos de infraestrutura, como saneamento adequado, água, luz e outros componentes que compõe o bem estar social, geram impactos diferenciados no nível e padrão da mortalidade (PALLONI, 1981).

Apesar de, em grande parte, os aspectos sociais serem importantes determinantes para compreender o processo de saúde, doença e óbito, fatores relacionados ao atendimento médico, intervenções de saúde pública, além de fatores biológicos ou genéticos, ganham importância, sobretudo na mortalidade infantil. Na verdade, estes fatores se complementam e foram importantes para queda da mortalidade, e ajudaram na determinação do perfil epidemiológico da mortalidade, que deve ser encarado como o resultado de um processo dinâmico, no qual as variáveis são interdependentes e podem ter peso diferenciado, de acordo com o local, a sociedade e tempo histórico (PRATA, 1992, p. 169). Dessa forma, o processo não se apresentou de forma linear em todas as partes do mundo, sobretudo em função da epidemia de AIDS em alguns países da África, divergências em países da Europa Ocidental e melhorias no combate aos óbitos por doenças cardiovasculares (VALLIN; MESLÉ, 2004).

Nesse contexto, de forma mais ampla, Frenk et al. (1991b) propõe o conceito de Transição da Saúde. O processo se trata de uma extensão de outros estudos que mapeiam o processo de TE, englobando novos avanços em saúde e abarcando um esquema mais amplo, contemplando diferentes padrões, indo além da proposição original de Omran (VALLIN; MESLÉ, 2004). A TS considera as proposições de Omran como um primeiro estágio de um processo global de Transição de Saúde, que se desenvolve em vários estágios, dependendo de diferentes mudanças importantes nas estratégias de saúde, pois nem todas as sociedades são igualmente desenvolvidas (VALLIN; MESLÉ, 2004).

No que tange estritamente a mortalidade infantil, compromissos e iniciativas internacionais também foram e continuam sendo importantes medidas para sua redução. Estas iniciativas internacionais ajudaram a proteger as crianças contra a violência, fome, trabalho infantil, pobreza e garantir o acesso à educação e agiram, sobretudo, a partir da Segunda Guerra Mundial, mas com maior força nas últimas décadas, para promover a redução da mortalidade infantil. Fatores importantes como a criação do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) em 1946, Declaração dos Direitos da Criança em 1959, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano (PNUD) em 1966, diversas conferências internacionais, com destaque para a criação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) em 2000 e mais recentemente dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015 (estes últimos das Nações Unidas), foram e continuam sendo importantes

incentivadores da redução da mortalidade infantil. Em especial os ODMs⁴, pois foi a primeira iniciativa internacional com metas definidas a serem alcançadas, sendo que o quarto, dentre os 8 objetivos tratava sobre a redução da mortalidade infantil até o ano de 2015.

Assim, além do papel fundamental dos avanços médicos e das melhores condições de vida, em geral, as grandes conferências internacionais ajudaram a impulsionar ações referentes a outros fatores que contribuem para a redução da mortalidade infantil. Entre eles, vale citar o acompanhamento médico na gestação, a crescente escolaridade das mães, a melhoria de condições de moradia e acesso a serviços básicos (água, luz, esgoto sanitário), como importantes determinantes da mortalidade nos primeiros anos de vida (MOSLEY; CHEN, 1984).

1.1.2 A relação entre condições habitacionais, com enfoque para os serviços básicos de infraestrutura urbana e a mortalidade infantil

Os serviços básicos de infraestrutura urbana (água, luz, esgotamento sanitário e energia elétrica), inserem-se na dimensão de condições habitacionais, e são amplamente estudados por diversas pesquisas, sobretudo aquelas direcionadas a mortalidade nos primeiros anos de vida dos indivíduos. Trata-se de um dos períodos do ciclo de vida de maior risco de morte, associado principalmente a dois fatores, condições de vida e acesso a bens e serviços (MOSLEY; CHEN, 1984). Estes fatores se relacionam em grande medida com a sobrevivência da criança desde o ventre materno, mas também com a probabilidade de sobrevivência nos anos subsequentes (ARCAYA; ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2016; BENGTTSSON; LINDSTRÖM, 2000; VAN DE MHEEN et al., 1997). O conjunto de fatores relacionados com aspectos domiciliares e a família, vivenciados na infância, são questões que influenciam também na mortalidade adulta (VAN DE MHEEN et al., 1997).

Diversos estudos têm mostrado a importância de fatores socioambientais relativos ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, ou a fatores socioeconômicos, relacionados às características físicas dos domicílios, na conformação do processo de saúde-doença, no ciclo de vida dos indivíduos, mas principalmente nos primeiros anos de vida (ADLER, 2007; CARVALHO; SAYWER, 1978; DAHLGREN; WHITEHEAD, 1991; GALO BARDES; LYNCH; SMITH, 2007; MERRICK; BERQUO, 1983; MOSLEY; CHEN, 1984; SASTRY, 1996; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981). A análise da interação

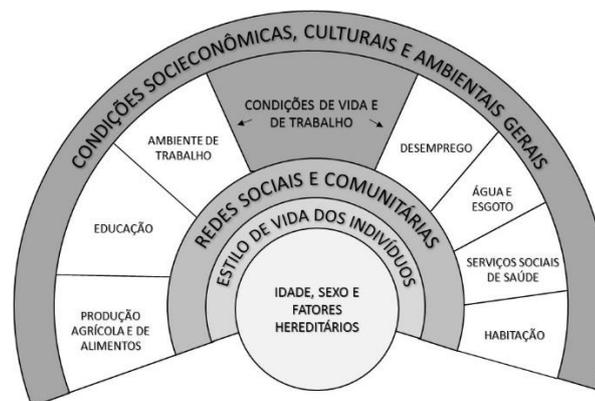
⁴ Os ODMs formam um conjunto de metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 2000, com o apoio de 191 nações, com 8 objetivos: acabar com a fome e a miséria; oferecer educação básica de qualidade para todos; promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; reduzir a mortalidade infantil; melhorar a saúde das gestantes; combater a Aids, a malária e outras doenças; garantir qualidade de vida e respeito ao meio ambiente; e estabelecer parcerias para o desenvolvimento.

entre condições de vida e a mortalidade da população é importante, sobretudo em países onde a desigualdade social segrega a população, deixando grupos sociais específicos em situações de alta vulnerabilidade.

A taxa de mortalidade infantil é um importante indicador que ajuda a refletir as condições socioeconômicas do local, pois quanto maior for o desenvolvimento da região, menor será o indicador e mais ele será atrelado a causas endógenas, determinadas pelos riscos de óbito por mortalidade neonatal (até 28 dias de vida). Os óbitos neonatais são, na grande maioria, causas perinatais e anomalias congênitas e, portanto, relacionadas a problemas da gestação, do parto e fatores maternos. Já a mortalidade pós-neonatal (após 28 dias e antes de completar 1 ano), dependem muito mais das causas exógenas, ligadas a fatores contextuais que facilitam as doenças infecciosas e a desnutrição (FERREIRA, 1988; POLES; PARADA, 2000). No contexto de baixo desenvolvimento da região, mais os óbitos estarão relacionados a agravos derivados da desnutrição e de doenças infecciosas e respiratórias.

De forma geral, as condições habitacionais, têm destaque em modelos teóricos que ajudam a compreender o processo de saúde-doença, como nos Determinantes Sociais da Saúde, formalizado em 1991 por Göran Dahlgren e Margaret Whitehead, após sucessivas reuniões e conferências internacionais. Trata-se de um modelo geral que relaciona aspectos multifacetados em várias dimensões e escalas do processo de saúde-doença, tais como fatores socioeconômicos (gerais, macro e micro), culturais, ambientais, comunitários e individuais; que ajuda na identificação de demandas e alocação de políticas públicas específicas (FIGURA 1).

FIGURA 1 – Modelo teórico para os Determinantes Sociais da Saúde



Fonte: Traduzido de Dahlgren e Whitehead (1991, p. 11).

O modelo apresenta a importância de condições de vida, em especial os serviços básicos de infraestrutura urbana relacionados ao acesso à água potável e esgotamento

sanitário adequado, como determinantes da saúde. Embora o alto custo de investimento inicial para a distribuição de luz, esgotamento sanitário e políticas de melhores condições de habitação, tais aspectos são mais fáceis de serem abordados por políticas públicas e garantem maior eficácia, sobretudo em sociedades que ainda experimentam elevado grau de morbidades por doenças infectocontagiosas e parasitárias, que afetam principalmente as crianças.

O acesso a água potável e condições adequadas de esgotamento sanitário são importantes, especialmente nos primeiros anos de vida. Tais fatores aumentam o risco de morte, afetando diretamente as estimativas de mortalidade infantil e na infância (GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MERRICK; BERQUO, 1983; VETTER; SIMÕES, 1981; ZANINI et al., 2009).

Os fatores relacionados a condições habitacionais, estão englobados pelos fatores socioeconômicos, conforme destacam Galobardes; Lynch e Smith (2007) através de uma revisão de diversos estudos, direcionados a identificar variáveis operacionalizáveis em estudos empíricos. Os autores apresentam uma revisão de diferentes formas de mensurar o *status* socioeconômico e sua aplicação em estudos sobre saúde, conforme apresentado a seguir.

QUADRO 1 – Indicadores de Condição Socioeconômica (CSE) em investigações de saúde

Educação	Geralmente usada como medida categórica dos níveis alcançados; também como variável contínua que mede o número total de anos de educação.
Renda	Indicador que, em conjunto com a riqueza, mede diretamente o componente de recursos materiais da CSE. Geralmente medida como renda doméstica bruta dividida pelo número de pessoas dependentes desta renda.
Riqueza	Inclui renda e todos os recursos materiais acumulados
Indicadores baseados na ocupação	
<i>The Registrar General's Social Classes^a</i>	Agrupamento de ocupações com base no prestígio em seis grupos hierárquicos: I (o mais elevado), II, III-não manual, III-manual, IV, V (o de menor prestígio). Com frequência são reagrupadas em manuais e não manuais.
Esquema de classes de Erikson e Goldthorpe	Agrupamento de ocupações com base em características específicas das relações laborais, com o tipo de contrato, independência no trabalho, delegação de autoridade etc. Não é uma classificação hierárquica.
Classificação Socioeconômica das Estatísticas Nacionais do Reino Unido ^b	Embasada nos mesmos princípios do esquema de Erikson e Goldthorpe. Cria grupo não hierárquicos.
Esquema de Classes Sociais de Wright	Embasamento no princípio marxista da relação com os meios de produção. Não é uma classificação hierárquica.
Escala de Interação Social e Estratificação de Cambridge	Embasada em padrões de interação social com relação a grupos ocupacionais.
Classificação censitária embasada na ocupação	Por exemplo, a classificação do censo dos EUA, classificações socioeconômicas próprias de cada país.
Outros indicadores	
Desemprego	Falta de emprego.
Moradia	Propriedade da residência, serviços domésticos, características do domicílio, índice de janelas quebradas, posição social do <i>habitat</i> .
Aglomeração	Calculada como o número de pessoas vivendo no domicílio dividido pelo número de aposentos disponíveis na casa (geralmente excluindo cozinha e banheiros).
Indicadores compostos	Em nível individual (geralmente medidos como uma pontuação que soma a presença ou ausência de vários indicadores de CSE) ou em nível de área.
Indicadores substitutos	Estes não são estritamente indicadores de CSE, mas podem estar firmemente correlacionados à CSE, quando não houver informações mais apropriadas disponíveis, podem ser úteis para descrever a formação de padrões sociais. Alguns casos podem revelar informações relevantes acerca do mecanismo que explica a associação implícita entre a CSE e determinado desfecho de saúde. No entanto, os substitutos podem estar associados ao desfecho em saúde por meio de mecanismos independentes não relacionados à correlação com a CSE.

Fonte: Arcaya; Arcaya e Subramanian (2016, p. 5).

Notas: **a)** Também conhecido como *British Occupational-based Social Class* (Classes Sociais Britânicas Baseadas na Ocupação).

b) Indicador oficial atual da CSE no Reino Unido, também conhecido como esquema NS-SEC (conforme as siglas em inglês).

No que tange fatores estritamente relacionados a condições habitacionais e também do entorno dos domicílios, destacam-se aqueles ligados a moradia e a aglomeração.

Galobardes; Lynch e Smith (2007) destacam a propriedade da residência, serviços domésticos, serviços sanitários, densidade domiciliar, características do domicílio e de seu entorno. Ainda segundo autores, eles apresentam que as condições habitacionais são um importante separador socioeconômico para posição social. Trata-se de um fator pertinente, para condições de saúde em todos os grupos etários (GALOBARDES; LYNCH; SMITH, 2007). No que tange a propriedade do domicílio, a realidade do Brasil é bastante distinta, pois a propriedade não necessariamente implica em elevada renda. Adicionalmente, Adler (2007) ressalta questões de vizinhança, como a violência, além da água potável serem importantes diferenciais na mortalidade. Fatores relacionais a qualidade da água, ar e solo são intitulados como fatores de vizinhança por Adler (2007) e estão relacionados com efeitos na saúde como: doenças respiratórias, perda auditiva, privação do sono, atrasos de desenvolvimento e cognição prejudicada. A questão econômica também é importante, pois diferencia o acesso a bens de consumo e serviços, além de estar associada ao acesso a informação e escolarização. A estratificação socioeconômica da população também define estratos diferenciados de níveis de saúde (GALOBARDES; LYNCH; SMITH, 2007).

A nutrição adequada até a adolescência é importante para o desenvolvimento de ossos, o que pode colocar em risco os indivíduos ao longo da vida (ARCAYA; ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2016). Nesse sentido, o acesso à energia elétrica e a existência de bens de consumo, como geladeira e fogão, são de extrema importância para uma alimentação adequada, que ajudam a expressar a renda da população e que são diferenciais na mortalidade, principalmente nos primeiros anos de vida (SASTRY, 1996; 2004b). Fatores, além da alimentação, como abrigo, a propriedade da residência, serviços domésticos, características domiciliares em geral, bem como a poluição do ambiente, são fatores influenciadores na saúde, principalmente até a adolescência (ADLER, 2007; ARCAYA; ARCAYA; SUBRAMANIAN, 2016).

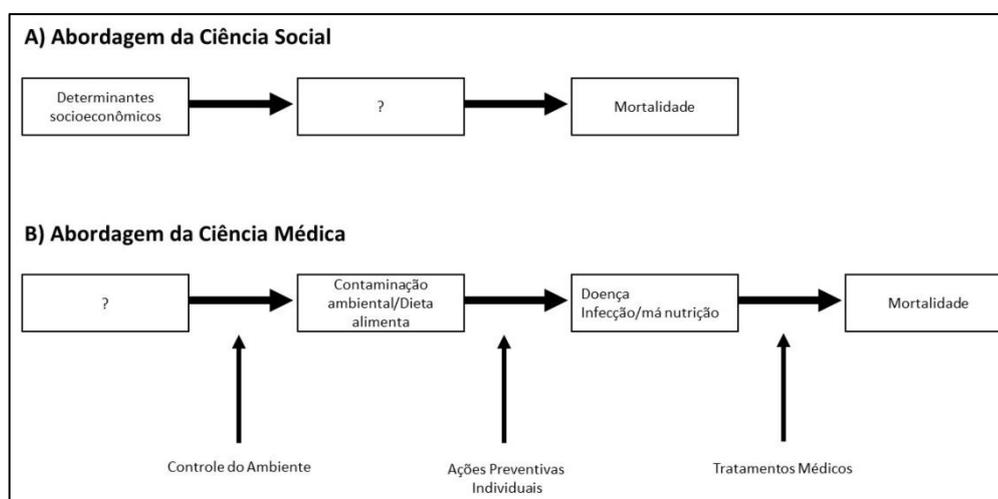
Outro importante estudo, estritamente sobre a sobrevivência de crianças em países em desenvolvimento, é apresentado por Mosley e Chen na década de 80. Ele ainda continua sendo uma das principais referências sobre diferenciais na mortalidade nos primeiros anos de vida, mas desde de 1980 até os dias atuais, muita coisa mudou tanto na epidemiologia, quanto na demografia e ciências sociais propriamente ditas, ao incorporarem os modelos estatísticos mais refinados, sobretudo em função dos avanços computacionais.

Os autores realizam uma revisão sobre os determinantes da mortalidade infantil, abordando os enfoques das ciências sociais e médicas. Segundo eles, as abordagens mais comuns nas ciências sociais se baseavam, nas relações entre o nível socioeconômico e os

níveis e/ou padrões de mortalidade nas populações, onde o enfoque eram as causas exógenas, em geral realizando inferências no nível agregado (MOSLEY; CHEN, 1984). Através destas relações se estabelecem determinantes da mortalidade, baseados em inferências causais. Neste enfoque os principais determinantes identificados, segundo os autores eram a renda da família e a escolaridade das mães. Causas médicas não eram abordadas nestes tipos de estudo. Já na área médica, há predominância da atenção aos fatores biológicos na conformação do processo da saúde-doença. Neste caso, estudos sobre a causa de morte e sua relação com doenças específicas são a principal abordagem, sobretudo em pesquisas clínicas, que abordam a prevenção e ação de diferentes tratamentos.

No enfoque das ciências sociais, os estudos tendem a não identificar os mecanismos implícitos ou responsáveis pela relação entre os fatores socioeconômicos e a mortalidade ou saúde na infância. Já no enfoque médico, os estudos tendem a não considerar fatores contextuais. Nesse ponto é que os autores sugerem os modelos que demonstram que é necessário estudar fatores sociais, econômicos e ambientais, como determinantes próximos e intermediários que, por sua vez, atuam diretamente aumentando ou diminuindo os riscos à saúde dos bebês. As principais diferenças entre as abordagens são apresentadas no QUADRO 2.

QUADRO 2 – Abordagens conceituais das ciências sociais e ciências médicas para estudos de sobrevivência de crianças



Fonte: Mosley e Chen (1984, p. 26).

Em resumo, Mosley e Chen (1984) enumeram fatores sociais e biológicos como diferenciais na mortalidade infantil. Trata-se de um modelo mais completo que combina as abordagens clássicas da ciência social e ciência médica. Segundo os autores, os determinantes próximos da mortalidade infantil, a partir de uma abordagem hierárquica, são: questões

relacionadas à mãe (idade, paridade, intervalo intergenésico, etc.), exposição à poluição/contaminação ambiental (qualidade do ar, água, oferta de alimentos e saneamento), deficiência de nutrientes, lesões, medicina preventiva, determinantes socioeconômicos, fatores domiciliares e fatores da comunidade. Em especial, as questões domiciliares estão relacionadas à qualidade da água, energia elétrica e serviços sanitários.

De forma geral, observa-se que os serviços básicos de infraestrutura urbana, inseridos dentro da dimensão de condições habitacionais e do entorno dos domicílios, tendem a apresentar impacto como diferenciais na mortalidade no início da vida, sobretudo no período pós-neonatal. Dentre eles, destacam-se os serviços básicos de infraestrutura urbana, como: água, luz, esgotamento sanitário e coleta de lixo, que apesar de estarem mais relacionados a causas de morte até os anos 90, ainda são importantes fatores no processo de queda da mortalidade infantil, sobretudo no contexto intra-estadual.

1.2 A queda da mortalidade infantil no Brasil: sua heterogeneidade regional e os fatores associados, em especial os serviços básicos de infraestrutura urbana

Neste tópico é apresentada a revisão da literatura e apresentação de alguns resultados empíricos, direcionados para a relação entre mortalidade infantil, sobretudo a respeito do seu processo de queda no Brasil e fatores relacionados ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana. O tópico se subdivide em dois. O primeiro subtópico é destinado a apresentar aspectos gerais do processo de queda da mortalidade infantil no Brasil e sua heterogeneidade regional. O segundo apresenta uma revisão de estudos sobre o Brasil, que tratam de diferenciais na mortalidade infantil e, em especial, em relação aos serviços básicos de infraestrutura urbana, como acesso a rede geral de distribuição de água, acesso a rede coletora de esgoto, coleta de lixo e à energia elétrica.

1.2.1 A heterogeneidade do processo de queda da mortalidade infantil no Brasil

No Brasil, a redução significativa dos níveis de mortalidade começou a partir de meados de 1930, gerando ganhos progressivos na expectativa de vida ao nascer, em grande parte provocada pela redução de doenças infectocontagiosas e parasitárias nos primeiros anos de vida (IBGE, 1999; SIMÕES, 1997)⁵. Neste período a média de anos de vida foi estimada em 41,5 anos e a taxa de mortalidade infantil em 162,4 óbitos de menores de um ano a cada

⁵ Para maiores informações consultar a publicação do IBGE, “Evolução e Perspectivas da Mortalidade Infantil no Brasil” apresenta série histórica através de quinquênios, para o Brasil e grandes regiões, para o período entre 1930 e 1990. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6685.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2018.

mil nascidos vivos, passando para 45,5 anos e taxa de mortalidade infantil 150, em meados da década de 1940 (IBGE, 1999; SIMÕES, 2016).

Até a década de 50, importantes diferenciais regionais na mortalidade infantil eram identificados, sobretudo dos altos níveis de mortalidade na Região Nordeste, principalmente devido as contribuições de Giorgio Mortara (ERVATTI; OLIVEIRA; JARDIM, 2017; MORTARA, 1949). Enquanto no Sul os níveis de mortalidade infantil eram menos elevados, o Norte apresentava os maiores níveis, expressos por menores expectativas de vida (CARVALHO; SAYWER, 1978). Estimativas regionais e a dicotomia urbano e rural, eram objeto de diversos estudos sobre mortalidade infantil até os anos 80 e meados dos anos 90 (BARROS; SAWYER, 1993; CARVALHO, 1974; CARVALHO; SAYWER, 1978; CARVALHO; WOOD, 1978; MERRICK; BERQUO, 1983; SASTRY, 1996, 1997, 2004a; WOOD; CARVALHO, 1988).

Em 1980 a esperança de vida já chegava a 62,52 anos e a mortalidade infantil 82,8 óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascidos vivos (IBGE, 1999; SIMÕES, 2016). Em 2014, a expectativa de vida ao nascer chega aos 75,44 anos (SIMÕES, 2016) e de acordo com o Ministério da Saúde, a taxa de mortalidade infantil em 15,7 óbitos de menores de um ano a cada mil nascidos vivos em 2011. Neste período havia grandes diferenças na mortalidade infantil, alguns estados já apresentavam índices de desenvolvimento mais altos, com mortalidade mais baixas, próximas de algumas cidades da Europa e outros com níveis próximo de cidades da Índia (SZWARCOWALD et al., 1997).

Estes avanços, tinham como um de seus predecessores as políticas centralizadoras do regime militar, como a expansão da rede assistencial à saúde materno-infantil e à ampliação acelerada da infraestrutura de saneamento básico e ampliação da rede de distribuição de água (VETTER; SIMÕES, 1981). Na década de 1980, as principais causas de óbitos infantis ainda estavam relacionados às doenças infectocontagiosas, como as diarreicas, leptospirose e cólera, em grande parte resultantes de péssimas condições sanitárias (BRASIL, 2004; SASTRY; BURGARD, 2005).

Apesar do avanço na cobertura de saneamento, os índices ainda eram baixos. Em grande medida, a baixa cobertura do saneamento básico, se dá em função do fracasso do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), implantado em 1971. Sua ineficiência se deu em função várias dificuldades internas e conjunturais, na década de 80, que fizeram com que o plano entrasse em crise, sendo extinto em 1992 (SAIANI; TONETO JR., 2010). Companhias Estaduais de Saneamento Básico (Cesbs) e outros planos substituíram o

PLANASA, ao longo dos anos, até o atual Plansab em 2013, mas ainda distante de atingir metas.

Além de aspectos relacionados ao saneamento básico, a redução da mortalidade infantil se deu principalmente devido a programas sociais, conforme ressaltam Frias; Szwarcwald e Lira (2011, p. 464):

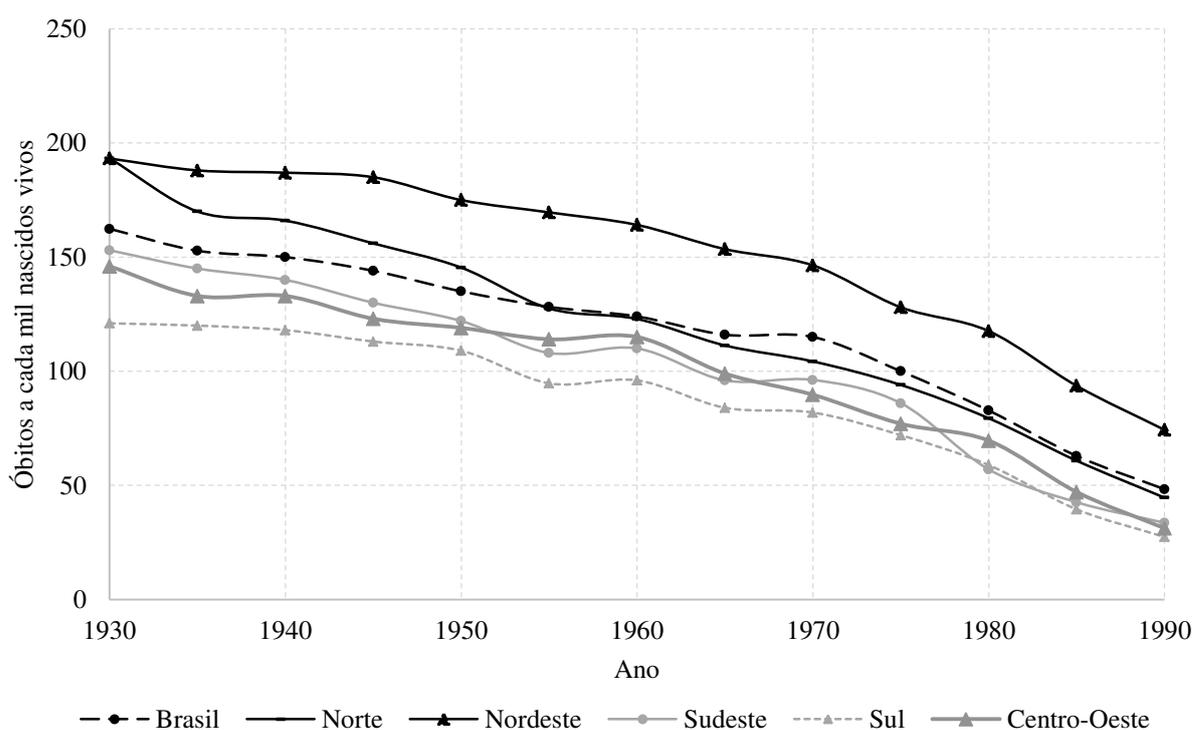
Nas últimas décadas, vários programas têm sido desenvolvidos pelo Ministério da Saúde com forte potencial de atuação na redução da mortalidade infantil. Entre eles, destacam-se os programas: Programa de Imunização (1975); o Programa de Incentivo ao Aleitamento Materno (1981); o Programa de Assistência Integral à Saúde da Mulher e da Criança (1984); o Programa de Redução da Mortalidade Infantil (1995); e, como parte integrante da política nacional de atenção básica, o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (1991) e o Programa de Saúde da Família (1994), com os objetivos de aumentar a acessibilidade ao sistema de saúde e incrementar as ações de prevenção e promoção da saúde. Mais recentemente, foram implementados o Pacto Nacional pela Redução da Mortalidade Materna e Neonatal e o projeto Rede Cegonha.

No período e até os dias de hoje, a implantação de políticas como Estratégia de Saúde da Família foi importante para redução da mortalidade infantil no país. Duarte (2007) ao realizar uma extensa revisão da literatura no final da década de 90, até meados dos anos 2000, enfatiza que esta foi umas das principais políticas que influenciaram positivamente as tendências de mortalidade infantil. Outros trabalhos também apresentam a atuação do programa como um dos principais agentes para a redução da mortalidade infantil, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste (GUANAIS, 2015; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MACINKO; HARRIS, 2015; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010; SOUZA et al., 2007).

O Programa Saúde da Família (PSF) ou Estratégia de Saúde da Família (ESF), vinculado ao SUS, foi implantado em 1994, com o objetivo de ser um programa de assistência à saúde fora do ambiente hospitalar, voltado para Atenção Básica. Ele possui escopo assistencial preventivo, que contrapõe o modelo hospitalar, onde é predominante o atendimento emergencial. A família é o foco do programa, que visa compreender melhor o processo de saúde e doença, que influencia diretamente na redução da mortalidade infantil, pois propicia e facilita o acompanhamento da gestação, através da ampliação de cobertura do pré-natal. Sua cobertura ao passar dos anos foi sendo ampliada se tornando nacionalmente difundida e um dos principais influenciadores da queda da mortalidade infantil nos anos 2000 (GUANAIS, 2015; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MACINKO; HARRIS, 2015; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010; SOUZA et al., 2007).

Empiricamente, o IBGE consolida a evolução da taxa de mortalidade infantil por Grandes Regiões, no período entre 1930 e 1990 (GRÁFICO 2). A partir destas estimativas oficiais foi possível observar a heterogeneidade na velocidade e no padrão de queda da TMI, mas principalmente a intensificação da queda nos últimos anos, marcadamente em todas as regiões. Isto deveu-se, principalmente a medicina preventiva, ao maior acesso a saneamento básico, ampliação dos programas de saúde materno-infantil, campanhas de vacinação, sobre a importância do pré-natal e sobre a importância do aleitamento materno (IBGE, 1999).

GRÁFICO 2 – Evolução da queda da Taxa de Mortalidade Infantil, Brasil e Grandes Regiões, 1930\1990



Fonte: Dados da publicação do IBGE, “Evolução e Perspectivas da Mortalidade Infantil no Brasil”, de 1999. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv6685.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2018.

De acordo com Paixão e Ferreira (2012), a redução da mortalidade infantil no período entre 1980 e 2000 foi bastante acelerada, em grande parte, devido a alguns programas e ações adotados pelo governo federal neste período, como:

Programas de Atenção Integral à Saúde da Mulher, Terapia de Reidratação Oral, Programa Nacional de Imunização e atenção ao pré-natal; contribuíram para o declínio acentuado dos óbitos infantis (Ministério da Saúde, 2004). As ações no sentido de diminuir significativamente a mortalidade infantil estão muito ligadas à atuação de políticas públicas como saneamento básico, educação, acesso aos recursos da saúde e outros componentes de condições de vida (PAIXÃO; FERREIRA, 2012, p. 6).

Especificamente, nos últimos 30 anos, o país passou por intensas modificações, sobretudo oriundas da Constituição de 1988, com a consolidação e criação de várias políticas públicas de cunho social, sobretudo advindos do Artigo 6º da Constituição Federal de 1988: “São direitos sociais a educação, a saúde, ao trabalho, a moradia, ao lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição”. A constituinte também se destacou pela instituição do Sistema Único de Saúde (SUS), o qual toda população brasileira passa a ter direito à saúde universal e gratuita, financiada com recursos públicos, sobre os princípios de universalidade, integralidade, equidade, descentralização e a participação social. Outro ponto importante, foi a garantia do direito ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, como água, luz e esgotamento sanitário adequados.

De acordo com estimativas oficiais, produzidas pelo IBGE (2013a), houve declínio significativo da mortalidade infantil no período entre 1980 a 2010. E segundo o instituto esta redução estaria associada ao efeito combinado de vários fatores, tais como aqueles relacionados a condições habitacionais e principalmente ao maior a serviços básicos sanitários.

[...] o aumento da escolaridade feminina, a elevação do percentual de domicílios com saneamento básico adequado (esgotamento sanitário, água potável e coleta de lixo), a diminuição da desnutrição infanto-juvenil e um maior acesso da população aos serviços de saúde, proporcionando uma relativa melhoria na qualidade do atendimento pré-natal e durante os primeiros anos de vida dos nascidos vivos. Mais recentemente, diversas ações (advindas não somente das esferas governamentais, mas também de entidades privadas e organizações sociais) foram conduzidas com o propósito de reduzir a mortalidade infantil no Brasil: campanhas de vacinação em massa, atenção ao pré-natal, incentivo ao aleitamento materno, entre outras (IBGE, 2013a, p. 16)

No mesmo período a mortalidade infantil passa de 69,1 óbitos de crianças menores de 1 ano para cada 1.000 nascidos vivos; chegando a 16,8 óbitos 30 anos depois, havendo decréscimo de 411,1% (IBGE, 2013a). A partir dos “Indicadores e Dados Básicos” do Ministério da Saúde, é possível estudar a evolução temporal da taxa de mortalidade infantil por Unidades Federativas, no período de 1990 a 2010. Onde se reforça a concepção de que o Brasil apresenta um perfil bastante heterogêneo de níveis regionais de mortalidade infantil e também diferentes velocidades de queda da mortalidade infantil por UFs (TABELA 1). Os dados do Ministério da Saúde também corroboram para identificar que o país, mesmo em um passado recente, vivência indicadores bastantes heterogêneos regionalmente.

Estados como Amapá apresentam queda lenta da mortalidade infantil (redução de 33,3%) e o maior nível em 2010, 25,41 óbitos a cada mil nascidos vivos. Por outro lado, estados como o Maranhão, tiveram expressiva queda (71,4%), mas ainda registra um dos mais altos níveis de mortalidade infantil do país, 21,88 óbitos a cada mil nascidos vivos. Em contrapartida, os estados da região Sul do país, os quais apresentam as menores taxas de mortalidade infantil em 2010, apresentaram redução bastante expressiva, em torno de 60% de queda no período entre 1990 e 2010.

TABELA 1 – Número de óbitos infantis (menores de 1 ano) por 1.000 nascidos vivos e taxas de decréscimo, segundo Brasil, Regiões e Unidades da Federação, 1990, 2000, 2010

Unidade Geográfica	1990	2000	2010	Variação (%)		
				1990\2000	2000\2010	1990\2010
Brasil	47,09	26,12	15,97	-44,5	-38,9	-66,1
Norte	45,86	32,80	20,97	-28,5	-36,1	-54,3
Rondônia	42,63	31,94	18,92	-25,1	-40,8	-55,6
Acre	56,45	29,20	20,42	-48,3	-30,1	-63,8
Amazonas	44,49	34,80	20,57	-21,8	-40,9	-53,8
Roraima	39,65	22,22	18,00	-44,0	-19,0	-54,6
Pará	46,23	32,30	21,46	-30,1	-33,6	-53,6
Amapá	38,10	32,87	25,41	-13,7	-22,7	-33,3
Tocantins	44,91	36,92	20,45	-17,8	-44,6	-54,5
Nordeste	75,76	35,93	19,09	-52,6	-46,9	-74,8
Maranhão	76,56	36,80	21,88	-51,9	-40,5	-71,4
Piauí	64,97	37,79	20,70	-41,8	-45,2	-68,1
Ceará	79,53	36,79	16,23	-53,7	-55,9	-79,6
Rio Grande do Norte	75,67	34,47	17,23	-54,4	-50,0	-77,2
Paraíba	81,93	39,16	18,19	-52,2	-53,5	-77,8
Pernambuco	76,97	33,96	17,04	-55,9	-49,8	-77,9
Alagoas	102,19	37,70	18,58	-63,1	-50,7	-81,8
Sergipe	65,55	37,65	18,17	-42,6	-51,7	-72,3
Bahia	66,01	34,56	21,04	-47,6	-39,1	-68,1
Sudeste	32,59	20,09	13,43	-38,4	-33,2	-58,8
Minas Gerais	38,95	25,73	16,16	-33,9	-37,2	-58,5
Espírito Santo	33,24	18,13	11,91	-45,5	-34,3	-64,2
Rio de Janeiro	32,34	20,50	14,31	-36,6	-30,2	-55,8
São Paulo	30,76	17,37	12,04	-43,5	-30,7	-60,9
Sul	28,28	16,92	11,58	-40,2	-31,6	-59,1
Paraná	35,08	19,02	12,03	-45,8	-36,8	-65,7
Santa Catarina	33,56	15,90	11,18	-52,6	-29,7	-66,7
Rio Grande do Sul	26,23	15,33	11,33	-41,6	-26,1	-56,8
Centro-Oeste	34,35	22,32	15,93	-35,0	-28,6	-53,6
Mato Grosso do Sul	32,32	24,37	15,44	-24,6	-36,6	-52,2
Mato Grosso	37,55	29,38	19,55	-21,8	-33,5	-47,9
Goiás	35,10	21,21	15,89	-39,6	-25,1	-54,7
Distrito Federal	28,88	15,27	12,16	-47,1	-20,4	-57,9

Fonte: Indicadores e Dados Básicos – Brasil (2012) – Datasus.

De acordo com a ONU, com base em relatório da Unicef de 2013, os grandes avanços conquistados para combater a mortalidade infantil no Brasil, devem-se a políticas de

assistência social como o programa de transferência de renda Bolsa Família. Autores como Rasella et al. (2013), chegam nesta mesma constatação para a mortalidade infantil, ao analisar o período de 2004 a 2009 em 2.853 municípios com boa cobertura de registros vitais e para a mortalidade infantil. Shei (2013), analisando o período de 1998 e 2008, chega a mesma conclusão. O mesmo é constatado na análise por microrregiões (CASTRO; SIMÕES, 2009). O combate à fome e a extrema miséria, tiveram grande importância para os resultados positivos encontrados no país. Estes fatores agiram de forma diferenciada no processo regional de queda da mortalidade infantil.

As campanhas de vacinação também tiveram grande importância para redução da mortalidade infantil, principalmente após sua intensificação após a Constituição de 88 (BRASIL, 2004). Em especial, cabe destacar as campanhas de vacinação direcionadas especificamente para crianças, que tem o objetivo de combater doenças como a vacina contra Tuberculose (BCG), as “gotinhas” contra Poliomielite, vacina contra Difteria, Tétano, Coqueluche e Meningite (Vacina Tetravalente), vacina contra Sarampo, Rubéola e Caxumba (Tríplice Viral – SRC), contra Hepatite B e Febre Amarela.

O país reduziu significativamente a mortalidade na infância, alcançando a meta estipulada pela ONU, através dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que estabelecia a necessidade de redução em dois terços, entre 1990 e 2015, a mortalidade de crianças menores de 5 anos. No que tange a mortalidade de menores de 1 ano, de acordo com dados do Ministério da Saúde, em 1990 o país vivenciava 47,09 mortes para cada mil crianças nascidas vivas. O número caiu para 13,3 mortes, em cada mil nascidos vivos em 2015. Cabe ressaltar, que apesar da redução de 71,8%, em 2016, pela primeira vez, desde 1990, houve interrupção do decréscimo da taxa de mortalidade infantil, passando para 14 mortes a cada mil nascidos vivos em 2016, o que revela a importância da continuidade de persistir em estudar seus condicionantes.

Apesar da grande redução que o país conquistou na mortalidade infantil, nos últimos anos, sobretudo em função da queda da mortalidade pós-neonatal, que é mais fortemente associada a causas exógenas, como aquelas relacionadas a diferentes condições de vida, ainda existe grande desafio para redução da mortalidade nos primeiros dias de vida, que está mais relacionada ao pré-natal, amparo da medicina e serviços de saúde e causas genéticas. “O Brasil ainda possui o desafio de diminuir a mortalidade neonatal (bebês até 28 dias de vida), sendo que a precoce (bebês com até 7 dias de vida) representa de 60% a 70% da mortalidade infantil e 25% destas mortes ocorrem no primeiro dia de vida”(BRASIL, 2018, p. 17). Apesar desse panorama nacional, o país é heterogêneo e muitas regiões do país ainda

possuem elevados níveis de mortalidade nos primeiros dias de vida, principalmente causadas por diferentes condições de vida (FRANÇA; LANSKY, 2008).

Victora et al. (2015) apresentam as principais razões por trás das conquistas que o país alcançou para melhores condições de saúde nos primeiros anos de vida: mudanças socioeconômicas e demográficas; melhorias advindas de programas sociais e de melhor acesso adequado a água e saneamento; programas verticais de saúde nos anos 80 (promoção da amamentação, reidratação oral e imunizações), criação de um serviço nacional de saúde financiado por impostos em 1988 (SUS) e Programa Saúde da Família em meados dos anos 90) (VICTORA et al., 2015).

Assim como vem ocorrendo com o processo de Transição Epidemiológica (PRATA, 1992), as constatações aqui apresentadas demonstram que o processo de queda da mortalidade infantil é heterogêneo regionalmente, sobretudo em escalas estaduais e por Grandes Regiões. Estas constatações parecem se manter até os dias de hoje, mas como é esta relação em escalas geográficas mais detalhadas, como as microrregiões, e em períodos mais recentes? Tendo isto em vista, foi formulada a primeira pergunta de pesquisa: *a heterogeneidade regional quanto ao processo de queda da mortalidade infantil, observada entre as UFs, se mantém ou se reforçam entre as microrregiões brasileiras?* E a primeira hipótese de pesquisa a ser avaliada: *a heterogeneidade se mantém com diferenças ainda maiores, já que as microrregiões são mais homogêneas internamente e heterogêneas entre elas, socioeconômica e demograficamente, do que são as UF.*

1.2.2 Diferenciais na mortalidade infantil brasileira e os serviços básicos de infraestrutura urbana

O país é marcado por profundas desigualdades sociais, que vão desde a inequidade de renda, ao acesso heterogêneo a serviços de saúde e serviços públicos em geral, como coleta de lixo, acesso a rede geral de abastecimento de água, e esgotamento sanitário e acesso à energia elétrica. O poder aquisitivo da população brasileira é bastante desigual, apesar da redução da desigualdade de renda, sobretudo a partir do final da década de 90 (ROCHA, 2012). Diversos aspectos contribuíram para isto, como a estabilização monetária no final da década de 90, juntamente com a contínua valorização do salário mínimo e os programas sociais nos anos 2000 para erradicação da miséria.

Os diferenciais de condições de vida e, conseqüentemente, de condição habitacionais são objeto de muitos estudos sobre diferenciais na mortalidade infantil brasileira, contudo, ainda é incipiente o volume de estudos que possuem maior enfoque para o

acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, sobretudo que avaliem a totalidade deles. Em grande medida, os estudos existentes tratam das décadas de 70, 80 e 90. Nesta época grande parte dos óbitos infantis, se concentravam no período pós-neonatal e se relacionavam às causas exógenas, mais relacionadas a diferentes condições de vida, após este período existe crescente tendência de óbitos infantis mais concentrados nos períodos mais próximos da ocasião do parto, em função da pior assistência recebida durante a gestação e relacionados a biológicos (BRASIL, 2018).

A seguir, são apresentados estudos de maior relevância no contexto nacional que abordaram condições habitacionais, em especial os serviços básicos de infraestrutura urbana, como importantes diferenciais na mortalidade infantil e seu processo de queda.

Vetter e Simões (1981) analisam diferenciais na mortalidade infantil a partir do Censo Demográfico de 1970, criando dois domínios populacionais, os residentes de regiões metropolitanas do Norte e do Sul do país. O enfoque dos autores são as condições sanitárias e a renda da população, como diferenciais da mortalidade infantil e, conseqüentemente, na expectativa de vida ao nascer da população. Utilizando técnicas demográficas indiretas, como o método de Brass-Sullivan, os autores constatam que o gradiente da mortalidade infantil, de acordo com a renda da população é muito pequeno para aqueles domicílios que não possuem condições sanitárias adequadas, indicando que a renda não discrimina a mortalidade na ausência de serviços sanitários adequados (TABELA 2).

TABELA 2 – Relação entre os óbitos e filhos nascidos vivos por mil, segundo sistemas de água e esgoto, rendimentos em salários mínimos e grupos de regiões metropolitanas

RMs e rendimento familiar mensal per capita (sm)	Sistemas de água e esgoto adequados	Sistemas de água adequado e esgoto inadequado	Sistema de água e esgoto inadequados	Geral
Total	89	105	164	130
Até 0,5 sm	115	105	163	-
0,5 a 1 sm	80	119	168	-
1 a 1,5 sm	74	78	169	-
Mais de 1,5 sm	68	50	164	-
RMs do Norte	149	191	205	189
Até 0,5 sm	194	153	204	-
0,5 a 1 sm	124	225	223	-
1 a 1,5 sm	87	57	187	-
Mais de 1,5 sm	107	52	201	-
RMs do Sul	81	92	149	114
Até 0,5 sm	100	90	146	-
0,5 a 1 sm	75	103	161	-
1 a 1,5 sm	73	81	167	-
Mais de 1,5 sm	64	51	159	-

Fonte: Vetter e Simões (1981, p. 26), com base no Censo Demográfico de 1970 – IBGE.

Desta forma, é possível observar como o acesso à água potável e o esgotamento sanitário adequados eram importantes diferenciais na mortalidade infantil, mesmo em diferentes classes sociais. No contexto dos dados do Censo Demográfico de 1970, o nível da mortalidade infantil era muito elevado e as causas de morte correspondiam, quase em sua totalidade, às doenças infecciosas, em grande parte relacionadas ao acesso a água potável e esgotamento sanitário adequado (CARVALHO; SAYWER, 1978).

Merrick e Berquó (1983), utiliza informações de mulheres de 20 a 29, do Censo Demográfico de 1970 e da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 1976 para analisar a relação entre o aumento do acesso à água encanada, em domicílios urbanos, e a mortalidade nos primeiros anos de vida. O autor encontra importantes diferenciais na mortalidade por todas as variáveis estudadas: por regiões do país, nas áreas urbanas e rurais, por anos de estudos e idade da mãe e por existência de água encanada no domicílio. Contudo, o aumento da escolaridade materna foi responsável por maior participação (34%) no declínio da mortalidade entre 1970 e 1976, do que qualquer outro fator isolado, incluindo o acesso à água encanada, que contribuiu para explicar cerca de 20% do declínio (MERRICK; BERQUÓ, 1983). Além disso, o acesso à água encanada ajudou a diminuir as diferenças na mortalidade entre pobres e ricos e da educação mais alta e mais básica. Mesmo com custos elevados de ampliação do acesso à água encanada, deve-se relativizar os custos e o tempo que leva para aumentar a escolaridade da população.

Ainda em relação a condições sanitárias, Gamper-Rabindran; Khan e Timmins (2010) estudam o impacto da água encanada sobre a taxa de mortalidade infantil no Brasil, em 3.568 áreas minimamente comparáveis⁶, utilizando informações censitárias dos 1970, 1980, 1991, e 2000. Os autores utilizam informações sobre a cobertura de água encanada, esgotamento sanitário e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e suas dimensões escolaridade e renda. Eles apresentam diferenciais na mortalidade infantil de acordo com a cobertura de água encanada, por Grandes Regiões e dentro delas por regiões urbanas e rurais (TABELA 3).

⁶ Construídas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

TABELA 3 – Cobertura de água encanada e taxa de mortalidade infantil, óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascidos vivos, por região, 1970\2000

Localidade	Indicador	1970		1980		1991		2000	
		Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Nordeste	Água	15	2	29	8	39	19	62	42
	TMI	192	180	138	136	73	78	50	55
Norte	Água	17	4	22	8	27	13	50	31
	TMI	118	113	72	70	54	59	40	42
Centro-Oeste	Água	20	4	21	7	44	25	69	48
	TMI	93	92	60	60	33	36	25	31
Sul	Água	27	8	43	16	62	32	74	44
	TMI	84	85	55	53	32	31	19	19
Sudeste	Água	51	20	52	23	66	33	77	47
	TMI	96	98	60	62	31	40	22	32

Fonte: Gamper-Rabindran; Khan e Timmins (2010, p. 190).

Ainda segundo os autores, a partir de um modelo econométrico de dados em painel para quantis, eles constatam que o fornecimento de água encanada no Brasil está altamente relacionado com a queda da mortalidade infantil, em especial para as localidades mais desenvolvidas, que as de subdesenvolvimento extremo (GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010).

Carvalho e Sawyer (1978), ao estudar outros trabalhos que relatam os principais diferenciais na mortalidade brasileira, consideram que as condições sanitárias influenciam os níveis de mortalidade, principalmente na infância. Estes fatores, aliados à educação da mãe e fatores socioeconômicos, agem mais fortemente do que fatores relacionados ao atendimento médico (CARVALHO; SAYWER, 1978). Esta constatação retratava o contexto da época, onde a maior parte das causas de óbitos infantil estava relacionada a fatores exógenos, como aqueles relacionados a piores condições sanitárias. Adicionalmente, os autores enumeram as principais variáveis utilizadas em estudos sobre diferenciais na mortalidade brasileira, a partir da revisão sistemática de diversos estudos, a saber: educação, água, esgoto, luz elétrica, urbanização, médicos por habitantes, leitos por habitantes, atendimentos hospitalares, consultas do INPS⁷, consumo de calorias, consumo de calorias proteicas, número de veículos, comunicação, renda per capita, produto nacional líquido, pobreza (% da população no estrato inferior de renda), média de concentração de renda, população economicamente ativa (total, no setor industrial e primário), taxa de emigração e taxa de imigração. Os autores realizam uma revisão detalhada dos estudos brasileiros da época, analisando o poder explicativo das variáveis e constatam que elas apresentam alto poder explicativo principalmente para o grupo infantil.

⁷ Instituto Nacional de Previdência Social.

Apesar de não trabalhar com a mortalidade infantil, o estudo de Sastry (2004b) traz importantes contribuições para o debate entre mortalidade e condições habitacionais nos primeiros anos de vida. O autor analisa dados censitários (1970, 1980 e 1991) para o estado de São Paulo, com variável dependente a razão entre óbitos observados e esperados entre todos os nascimentos para cada mulher de 20 a 34 anos. O autor estuda a relação entre a mortalidade e a escolaridade das mães e a riqueza dos domicílios. O Índice de Riqueza Domiciliar (*Household-Wealth Index*) é proposto por outros autores (FILMER; PRITCHETT, 1999) e é construído via método de componentes principais, a partir de informações como: presença de energia elétrica no domicílio, existência de bens duráveis (rádio, refrigerador, televisão, automóveis), número de quartos e número de banheiros no domicílio. O autor utiliza modelos de regressão de Poisson e índices de concentração e constata que houve grande queda da mortalidade na infância, que esteve associada com o aumento do nível da escolaridade e com a melhoria de condições habitacionais da população. As famílias mais pobres tenderão a se beneficiar mais com as melhores condições de vida e de escolaridade, no processo de queda da mortalidade na infância.

Em outro trabalho, destinado a sobrevivência nos primeiros anos de vida, Sastry (1996) analisa característica das mães, dos domicílios e comunitárias/ambientais, a partir da *Demographic and Health Survey* de 1987 e outras fontes de informações complementares (informações municipais e de clima). O autor utiliza modelos de sobrevivência, dividindo a população Brasileira em residentes das regiões do Norte e Sul do país, onde apresenta estimativas de mortalidade infantil e na infância para residentes de áreas urbanas e rurais destas regiões. Em sua modelagem, uma série extensa de fatores são analisados, nos quais se destacam a dicotomia urbano e rural, características domiciliares, fatores socioambientais e a escolaridade das mães. Todos os serviços básicos de infraestrutura urbana são analisados, coleta de lixo e saneamento adequado são importantes diferenciais para os residentes do sul do país, já para o norte todos os serviços são significativos. O autor ressalta a importância de se analisar os diferenciais na sobrevivência de crianças, com interação com a escolaridade das mães.

Em outro importante estudo, Alves e Belluzo (2005), ressaltam que a mortalidade infantil no Brasil, mesmo com o sucesso de políticas de saúde, ainda é elevada para padrões internacionais. Existe grande variação no nível de mortalidade entre os municípios brasileiros, o que revela a necessidade de alocação diferenciada de políticas públicas. Os autores realizaram dois estudos, um a partir de dados em painel, para análise da queda da mortalidade infantil e seus determinantes, no nível municipal, no período entre 1970 e 2000, utilizando

censos demográficos. O segundo estudo aborda o nível individual, o domicílio, com o objetivo de detalhar melhor os fatores que afetam a saúde infantil, por meio de um modelo de decisão familiar, utilizando dados antropométricos da Pesquisa do Padrão de Vida de 1996. Na análise agregada, os autores constataam a partir de um modelo de efeitos fixos, que o saneamento adequado, a maior educação (média de anos de estudo no município) e maior renda per capita contribuíram para o declínio da mortalidade infantil no país (ALVES; BELLUZZO, 2005). No nível individual, educação, saneamento e pobreza são os fatores explicativos mais importantes da precariedade da saúde da criança no Brasil, mas o acesso à energia elétrica e coleta de lixo também foram importantes. Apesar da repercussão do estudo e sua citação em outros trabalhos, os autores não deixam claro como foi estimada a mortalidade infantil e o detalhamento do painel de municípios construído no período analisado.

Costa et al. (2003) estudam a mortalidade infantil e suas componentes neonatal e perinatal, em capitais brasileiras, no período de 1980 a 1998, a partir de informações do SIM e IBGE. Os autores utilizam modelagem *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) para análise da série temporal do número de óbitos por trimestre e utilizam a correlação de Spearman para avaliar a associação, neste caso anual, entre a mortalidade infantil e alguns determinantes. Os autores ressaltam que a queda da mortalidade infantil acelerada na década de 80, mesmo em um contexto de crise econômica, esteve relacionada com a adoção de políticas públicas como intervenções médico-sanitárias, a expansão da rede de abastecimento de água e aumento da escolaridade. Já para Szwarcwald et al. (1997) esta queda foi pobre se comparada com outros países. Para Costa et al. (2003) programas como: Programa de Atenção Integral à Saúde da Mulher (PAISM), Terapia de Reidratação Oral (TRO), Programa Nacional de Imunização (PNI), e intervenções sociais, como a ampliação da cobertura da rede de abastecimento de água e a redução do analfabetismo, tiveram grande contribuição para a redução da mortalidade infantil. Os autores relatam que as condições precárias que as mães vivenciam, aumentam o risco de morte de seus filhos no primeiro ano de vida. Em especial, as condições sanitárias e as variáveis de fecundidade e parturição, foram as que tiveram maior correlação com a TMI.

Castro e Simões (2009), a partir de um modelo multinível, realizam análises espaço-temporais para o período de 1980 a 2005, para a TMI por microrregiões a partir de estimativas construídas por Simões (1999). Os autores mostram o declínio significativo da TMI no período analisado, com grandes contrastes e dependência regional, contudo sem mudanças nos grupos de queda e apresentam a importância de programas como Bolsa Família

e Cisternas. Os autores inovam, do ponto de vista metodológico, ao incorporar a dependência espacial no ajuste do modelo de regressão. Tal abordagem se mostra importante para compreender o processo de queda da mortalidade em curso no Brasil.

Zanini et al. (2009) analisam a queda da taxa de mortalidade infantil por microrregiões do estado do Rio Grande do Sul e seus fatores associados, através de modelos de dados em painel e de modelo hierárquico de dois níveis, microrregiões e tempo. A taxa é estimada a partir de dados do SIM e SINASC, no período entre 1994 a 2004 e a análise das associações são realizadas por meio da análise de dados de painel. Os autores identificam que o acréscimo de 10% na cobertura do Programa Saúde da Família esteve associado à redução de 1 óbito a cada mil nascidos vivos. Já um aumento de 10% na taxa de pobreza esteve associado com um aumento de 2,1% nos óbitos infantis. Outras variáveis também tiveram associação positiva, a saber: proporção de recém-nascidos com baixo peso e número de leitos hospitalares por mil habitantes; e negativamente relacionadas foram a proporção de cesáreas e o número de hospitais por 100 mil habitantes. Os autores ressaltam que foram considerados, não apenas os leitos pediátricos, o que pode ter gerado efeito invertido, caso fossem controlados apenas os leitos neonatais de cuidados intensivos ou intermediários. Dessa forma, quanto mais leitos neonatais, menor seria a mortalidade infantil. Além disso, os autores relatam que não foram encontrados estudos na literatura, que considerassem essas variáveis, em regressões multiníveis, dificultando a comparação dos achados.

Bezerra Filho et al. (2007) ao analisar os municípios do estado do Ceará a partir de dados censitários de 1991 e 2000, estimativas de taxa de mortalidade infantil do Atlas do Desenvolvimento Humano e outras fontes de informação, e de um modelo de regressão linear múltipla, constatam que para 1991 os diferenciais na TMI estavam relacionados a: proporção de residências pequenas, de pessoas que vivem em domicílios com água encanada, de crianças de dez a 14 anos que trabalham, de alfabetizados e chefes de família com renda mensal menor que meio salário mínimo, assim como ao grau de urbanização e taxa de fecundidade total. Já em 2000 os autores identificam a ligeira perda do poder de explicação do modelo que passa de 35% da variação total da TMI explicada pelas variáveis regressoras, em 1991 para 32% em 2000. Mesmo sem todas as variáveis harmônicas no período, os autores constatam que os diferenciais na TMI estavam relacionados a: proporção de crianças menores de dois anos desnutridas, de imóveis com esgotamento sanitário adequado, de despesa com recursos humanos da saúde em relação à despesa total em saúde, de valor da produção vegetal em relação ao total do estado, de mulheres alfabetizadas, intensidade da pobreza e índice de envelhecimento.

Fischer et al. (2007), ao analisar a mortalidade infantil em municípios com mais de 80 mil hab. (297 municípios), no período entre 1994 a 2004 identifica que houve declínio nas taxas de mortalidade infantil e alteração nos grupos de principais causas de óbitos infantis. Ademais, os autores identificam que as variáveis socioeconômicas investigadas apresentam correlação estatisticamente significativa com a mortalidade infantil: percentual de pessoas com 25 anos e mais com menos de 8 anos de estudo, índice de Gini, percentual dos domicílios com acesso a saneamento básico, PIB per capita, gasto per capita em saúde e proporção de indigentes.

Paixão e Ferreira (2012) identificam, a partir de um modelo de dados em painel para UFs, no período de 1997 a 2009, que há diferentes fatores socioeconômicos determinantes na diminuição da taxa de mortalidade infantil que variam de acordo com a região geográfica do país. Neste estudo os autores utilizam as estimativas de mortalidade infantil do Ministério da Saúde e constataam a necessidade de expansão e de investimentos públicos em bens de consumo coletivos como educação, saúde e saneamento.

Garcia e Santana (2011), ao utilizar os microdados das PNAD realizadas no período de 1993 a 2008, a partir do Índice de Concentração, aplicado a partir da identificação de óbitos infantis utilizando quesitos de fecundidade das mães, constataam que houve redução das desigualdades na mortalidade infantil, segundo a escolaridade materna e a renda domiciliar per capita. Isto ocorre em maior magnitude para renda que para a escolaridade das mães à medida que a série temporal se aproxima de 2008.

Simões (2001) ao analisar mudanças na estrutura de mortalidade e saúde brasileira, durante a década de 90, segundo grupos etários específicos (crianças, adultos-jovens e idosos), ressalta a importância das variáveis sociais, como determinantes da mortalidade, por exemplo: a renda familiar e o saneamento básico. O autor também ressalta que o Nordeste brasileiro apresenta elevada proporção de famílias que não dispõe do serviço de saneamento básico, fator preponderante no impacto da mortalidade na infância. Ainda segundo o autor, no período de 1988/1992, a cada mil crianças menores de cinco anos de idade, nascidas vivas, em média, faleceram 110 residentes de domicílios com serviços inadequados e 55,3 em adequados. No que tange o saneamento básico, Simões (2001) ressalta que a redução de investimentos nesta área apresentaram impacto relevante na desaceleração do ritmo da mortalidade na infância, principalmente na região Nordeste, em que este tipo de serviço ainda é precário. Ainda segundo o autor, a desigualdade na distribuição destes serviços ajuda na persistência de níveis elevados de mortalidade infantil em 2000, em algumas regiões do país. Quanto às as condições habitacionais, a qualidade do material

utilizado na habitação também se mostra um importante fator relacionado à sobrevivência das crianças (SIMÕES; LEITE, 1994 *apud* SIMÕES, 2001), tal fator contribui para explicar a alta incidência de doenças infecciosas e parasitárias observadas no Brasil. Isto é observado principalmente em regiões e segmentos sociais mais carentes.

Carvalho et al. (2015) ao analisar a queda da mortalidade infantil na cidade de Aracaju situada no estado de Sergipe, no período de 2001 a 2010, constatam que apesar do declínio houve importante assimetria entre os bairros. Em bairros com piores condições de vida a desigualdade no risco de morte infantil aumentou.

Macinko; Guanais e Souza (2006) estudam o efeito do Programa Saúde da Família, na queda da mortalidade infantil por Unidades da Federação, no período de 1990 a 2002. Os autores analisam o acesso a água potável e saneamento adequado, a renda média, a alfabetização e a fecundidade das mulheres, médicos e enfermeiros por 10 mil habitantes e leitos hospitalares por mil habitantes. Controlando por estes efeitos listados os autores constatam que um incremento de 10% na cobertura do programa está associado a uma queda de 4,5% na taxa de mortalidade infantil.

Adicionalmente Aquino; Oliveira e Barreto (2009) também estudam o efeito do Programa Saúde da Família, na queda da mortalidade infantil, contudo em municípios brasileiros. São estudados 771 com boa cobertura de estatísticas vitais, dos 5.561 municípios brasileiros de 1996 a 2004, a partir de um modelo de dados em painel de efeitos fixos, com resposta binomial negativa, utilizando dados do SIM e SINASC. São estudadas a renda per capita, a taxa de analfabetismo, a taxa de fecundidade total, água encanada, Índice de Gini, taxa de internações e percentual de cobertura do programa. Os autores identificam uma associação negativa significativa entre a cobertura do programa e a TMI e que este efeito é maior nos municípios com maior taxa de mortalidade infantil e menor IDH.

Rasella et al. (2013) analisam o efeito do Bolsa Família e do Programa de Saúde da Família na queda da mortalidade na infância, em 2853 municípios com boa cobertura de registros vitais, no período entre 2004 e 2009. Os autores utilizam o modelo de regressão de Poisson a partir de estimativas municipais de mortalidade na infância, fazendo uso do SIM e do SINASC. Os autores constatam que os programas tiveram grande contribuição para o decréscimo da mortalidade na infância, sobretudo para a redução de mortes ocasionadas por má nutrição e diarreia, popularmente relacionadas à pobreza. Fatores socioeconômicos e demográficos também foram importantes diferenciais na mortalidade na infância, como a condição sanitária dos domicílios a taxa de fecundidade, renda per capita, a taxa de analfabetismo e a taxa de admissão no hospital a cada mil habitantes.

Guanais (2015) também se dedica a estudar os efeitos dos programas PSF e PBF, contudo, sobre a mortalidade infantil pós-neonatal, a partir do modelo de dados em painel com efeitos fixos, para 4.583 municípios brasileiros de 1998 a 2010. A seleção dos municípios é realizada com base naqueles que possuem melhor qualidade de dados de estatísticas vitais. O autor encontrou relação inversa entre a cobertura do PSF e PBF com a taxa de mortalidade infantil pós-neonatal e que existe interação entre os dois programas. O efeito do PSF sobre a mortalidade pós-neonatal, depende da expansão do PBF.

O trabalho de Barufi; Haddad e Paez (2012) é o que mais se aproxima do objetivo e escopo utilizado. O objetivo principal dos autores é analisar o padrão regional do processo de queda da mortalidade infantil no Brasil, avaliando o efeito de infraestrutura, variáveis socioeconômicas e demográficas, nos anos de 1980, 1991 e 2000, com unidade de análise áreas geográficas minimamente comparáveis criadas pelo Ipea. Os autores utilizam o modelo econométrico de dados em painel com efeitos fixos, com abordagem espacial, onde a dependência espacial é inserida na regressão. São utilizados dados censitários dos respectivos anos e a TMI é utilizada é estimada pelo PNUD. A infraestrutura de saúde é mensurada a partir de variáveis relacionadas ao número de hospitais públicos e privados. Os autores relatam que o modelo de dados em painel espacial, descrevem melhor o processo de queda da mortalidade infantil no período e que os principais fatores relacionados ao processo de queda da TMI são o fornecimento de infraestrutura de saúde e medidas de política social, incremento na educação, acesso adequado à água e melhores condições sanitárias.

A dimensão de condições de vida é analisada por Carvalho et al. (2015) que analisam diferenciais na mortalidade infantil na cidade de Pernambuco, através do Índice de Condições de Vida. O índice traz importante contribuição, pois considera a proporção de domicílios em aglomerados subnormais, questão pouco considerada em estudos de diferenciais na mortalidade no Brasil. Os autores identificam grande assimetria nos níveis de mortalidade intra-regional no meio urbano, através do seu índice sintético de estratificação social que considera a proporção de pessoas não alfabetizadas responsáveis pelo domicílio, proporção de domicílios com menos de ¼ salário mínimo per capita e proporção de domicílios em aglomerado subnormal⁸.

Estudos como Maia e Camargo (2015) e Moreira; Moreira e Sucena (2003) também consideram a residência em favelas como diferencial na mortalidade infantil. Maia e

⁸ Por definição, os aglomerados subnormais ocupam ou ocuparam, em período recente, terreno de propriedade alheia (pública ou particular) contendo residências toscas dispostas, em geral, de forma desordenada e densa; carentes, em sua maioria, de serviços públicos e essenciais. Para que se constitua em setor censitário, o aglomerado subnormal deve ter no mínimo 51 domicílios (IBGE, 2013c, p. 364).

Camargo (2015) analisam o padrão espacial de ocorrência de óbitos infantis no ano de 2010, na cidade de São Paulo, em que claramente é possível observar padrões de aglomeração espacial em regiões de favelas e carência de serviços básicos de infraestrutura urbana. Os autores atribuem como diferenciais na mortalidade infantil problemas sociais e dificuldades relacionadas ao saneamento e habitação. Em especial Moreira; Moreira e Sucena (2003) analisa a mortalidade e suas principais causas, de residentes de Mangueiras, mostrando a vulnerabilidade que os residentes de favelas vivenciam, afetando a mortalidade infantil e adolescente. Conforme mencionado, a residência em favelas, ou, aglomerados subnormais, como trata operacionalmente o IBGE, é um importante diferencial na mortalidade, não só nos primeiros anos de vida, mas também no grupo de jovens e adultos. Os residentes destas localidades vivenciam um acúmulo de serviços precários, ou até mesmo inexistentes, de água, coleta de lixo e saneamento básico.

De forma geral, nota-se que fatores sociais como a urbanização acelerada e com infraestrutura inadequada, alterações ambientais, fatores relacionados a condições de vida, acesso a bens de consumo, acesso a serviços com água, luz, esgotamento sanitário e coleta de lixo, são importantes determinantes da mortalidade. Estes fatores interagem de forma diferenciada, em grupos etários específicos, ocasionando em diferentes causas de morte. Isto ocorre em diversos países, como no Brasil (SIMÕES, 2001).

A queda da fecundidade também foi um agente influenciador para a queda da mortalidade (SIMÕES, 1997). A idade da mãe também é amplamente utilizada como diferencial na mortalidade infantil, sobretudo para a maternidade precoce (antes dos 20 anos) e tardia (após os 35) (LIMA, 2010). A religião das mães também é um importante diferencial da mortalidade infantil, que vem aumentando sua intensidade em períodos mais recentes, com o aumento de adeptos da religião protestante no Brasil (VERONA et al., 2010).

Além de aspectos relacionados a condições de vida da população (fatores exógenos), conforme foi observado, é importante ressaltar que diferenciais da mortalidade nos primeiros anos de vida estão também fortemente relacionados com fatores endógenos. Neste caso, os fatores exógenos, em geral, são estudados a partir de análise agregadas e os endógenos no nível do indivíduo. Os principais fatores estudados são aqueles relacionados a característica da mãe, como escolaridade, idade, religião; aqueles a respeito da gestação, como o acompanhamento no pré-natal, número de gestações, intervalo intergenésico; aqueles relacionados ao tipo e condições que ocorreu o parto; fatores biológicos do bebê, como peso ao nascer, má formações, problemas cardíacos ou respiratórios, prematuridade e por fim sobre aleitamento materno e nutricionais (CARVALHO et al., 2015; BEZERRA FILHO et al.,

2007; FRANÇA et al., 2017; FRANÇA; LANSKY, 2008; IBGE, 1999; LIMA, 2010; BRASIL, 2018; POLES; PARADA, 2000; SIMÕES, 2001; SZWARCOWALD et al., 1997; VERONA et al., 2010).

Foi possível observar nos estudos apresentados, que o processo de queda da mortalidade infantil em curso no país, além de apresentar características regionais distintas, é influenciado por múltiplos fatores. Parte deles são relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana, em especial o acesso à água e ao esgotamento sanitário. Considerando estes aspectos, e com o objetivo de ampliar o debate sobre diferenciais na mortalidade infantil, tem-se o objetivo de analisar o processo de queda da TMI por microrregiões e sua relação com o acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana. Foram formuladas as seguintes perguntas de pesquisa: *Como se mantém as relações entre serviços básicos de infraestrutura e a mortalidade infantil no decorrer no tempo e regionalmente no Brasil? Quais serviços são mais importantes? A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil? E a hipótese de pesquisa vinculada a ela: a trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil no Brasil e a persistência de níveis elevados em algumas localidades, está fortemente associada à heterogeneidade regional do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana.*

CAPÍTULO 2 – MENSURAÇÃO DA TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL POR MICRORREGIÕES

O objetivo deste capítulo é apresentar a mensuração da mortalidade infantil por microrregiões, realizando uma discussão sobre as distintas estimativas oficiais no Brasil, que se destinam para pequenas áreas, ou seja, estimativas intra-estaduais.

Antes de discorrer sobre como são construídas as estimativas oficiais da taxa de mortalidade infantil no Brasil, é necessário salientar a importância de se construir estatísticas oficiais fidedignas e apresentar as formas possíveis de estimação. A construção de estatísticas públicas, em especial de indicadores demográficos, deve seguir critérios e métodos científicos reconhecidos, que possibilitem a comparabilidade e confiabilidade. Estas estimativas devem refletir o máximo possível a realidade, considerando técnicas robustas que contornem problemas de qualidade de dados. Nem sempre os dados estarão disponíveis, ou as fontes de informação apresentarão a devida qualidade para gerar estatísticas confiáveis para todo o território nacional, sobretudo em décadas passadas e em pequenos domínios.

2.1 Aspectos gerais sobre a estimação da Taxa de Mortalidade Infantil

É cada vez mais importante o estudo da mortalidade e seus determinantes, o que implica na necessidade de informações confiáveis e detalhadas também sobre os contextos socioeconômicos nos quais viveram as pessoas que vieram a óbito. Indicadores como a taxa de mortalidade infantil estão sujeitos à qualidade da informação diferencial regional e historicamente. Mensurar a TMI para regiões de maior vulnerabilidade social, ou em décadas passadas, ainda é um grande desafio para diversos países, principalmente aqueles em desenvolvimento, sobretudo aquelas que possuem baixo volume populacional.

O conhecimento do real nível da mortalidade infantil em uma região, em um dado período de tempo, está relacionado à existência de registros de estatísticas vitais eficientes, que apresentem boa cobertura de óbitos infantis e de nascimentos (UNITED NATIONS, 1967). Para suprir deficiências de registros administrativos podem ser utilizadas pesquisas domiciliares (*surveys*), com as quais a obtenção de estimativas de mortalidade é realizada de forma indireta, com a utilização de dados, em sua maioria, amostrais (UNITED NATIONS, 2004). Outro recurso comumente utilizado é a criação de fatores de correção, derivados dos métodos indiretos ou por outros meios, tais como a contraposição entre o número de óbitos registrados com o esperado, este gerado a partir de informações populacionais, também através de métodos indiretos (HILL, 2000; PRESTON, 1984; PRESTON; BENNETT, 1983).

No Brasil, pesquisas domiciliares como os Censos Demográficos se apresentam como principal fonte de dados para a estimação da TMI e outros indicadores de mortalidade, devido a representatividade nacional e possibilidade de utilização de informações socioeconômicas, sobretudo em regiões nas quais a qualidade dos registros vitais é deficitária (ALBUQUERQUE, 2015). Os quesitos sobre mortalidade presentes nos censos são um importante recurso para estudar o tema, sobretudo em países com registros de estatísticas vitais com baixa qualidade, ou inexistentes, como por exemplo, os países do continente africano (UNITED NATIONS, 2004). Em geral, estes quesitos são construídos seguindo recomendações internacionais, principalmente para que as estatísticas produzidas sejam comparáveis internacionalmente (UNITED NATIONS, 1949). Os indicadores de mortalidade são estimados a partir de perguntas retrospectivas⁹.

Os indicadores mais comuns sobre mortalidade, obtidos a partir de *surveys*, se dividem em cinco tipos (BLACKER, 1984): óbitos ocorridos nos 12 meses antes da data de referência do *survey*; proporção de crianças mortas, dentre os filhos tidos, nascidos vivos; óbitos de nascimentos ocorridos nos últimos doze meses (sobre a fecundidade corrente); orfandade e viuvez. Estes quesitos permitem a estimação da mortalidade em diferentes períodos da vida.

Tópicos de mortalidade incluem mortalidade infantil e na infância, obtidas a partir de dados sobre crianças nascidas e crianças sobreviventes, e mortalidade adulta, obtida de mortes nos últimos 12 meses ou através de orfandade materna ou paterna (tradução nossa UNITED NATIONS, 2008, p. 142)¹⁰.

Os quesitos podem estar associados a óbitos no domicílio, ao curso de vida dos respondentes, e/ou através de associações indiretas referentes à sobrevivência de parentes. A partir deles é possível estimar indicadores de mortalidade por local de residência, idade, sexo do falecido e também pela causa do óbito¹¹. Ademais é possível cruzar informações de mortalidade com características domiciliares, geográficas e socioeconômicas.

No que tange a mortalidade infantil, a ONU recomenda a utilização de dois quesitos, destinados a mulheres de 15 anos e mais, indicados especialmente para países com falta ou baixa qualidade das informações dos registros administrativos de estatísticas vitais. O

⁹ Em vários países os quesitos de estimação da mortalidade estão presentes em Censos Demográficos, World Fertility Surveys e Pesquisas de Causas de Morte.

¹⁰ Mortality topics include infant and child mortality obtained from data on children ever born and children living, and adult mortality obtained from household deaths in the past 12 months and maternal or paternal orphanhood (UNITED NATIONS, 2008, p. 142).

¹¹ De acordo com a ONU é possível construir quesitos censitários que perguntem a causa do óbito, a partir de grandes grupos de causas (ver UNITED NATIONS, 2008, p. 146).

primeiro deles consiste na data de nascimento do último filho nascido vivo (e sexo) e o segundo sobre a quantidade de filhos sobreviventes (e sexo) (UNITED NATIONS, 2008). Através de métodos indiretos, originariamente propostos por William Brass, levantadas informações sobre proporção de filhos sobreviventes e fecundidade no último ano, por idade da mulher, é possível mensurar a mortalidade infantil, na infância e a expectativa de vida ao nascer. Em especial a mortalidade infantil, consiste em relacionar a proporção de filhos tidos e sobreviventes por idade da mãe, classificados por grupos quinquenais e obter probabilidades de morte ao nascimento (BRASS, 1964; 1975).

Além destas questões mais usuais, os quesitos sobre história de nascimentos também são bastante úteis para estimativas indiretas. Neste caso, as perguntas são sobre o sexo e a data de nascimento de cada filho nascido vivo e em caso de não sobrevivência até a data da pesquisa, a data em que ocorreu o óbito (UNITED NATIONS, 2004). Estes tipos de questões são utilizados em geral em pesquisas de saúde reprodutiva, como os *Demographic Health Surveys* (DHS).

Cabe ressaltar que o método de filhos sobreviventes, proposto por Brass, está sujeito a boa qualidade de declaração da idade das mulheres, ao viés de memória sobre a fecundidade e sobrevivência dos filhos, sendo sujeito ao tamanho das amostras. Em casos de boa cobertura dos registros de nascimentos e óbitos pode-se estimar diretamente a mortalidade infantil, o que no Brasil ocorre em poucos estados.

2.2 A(s) Taxa(s) de Mortalidade Infantil oficial(is) do Brasil

No Brasil, os registros administrativos de estatística vitais permitem a construção de estimativas diretas de mortalidade, contudo não para todos os níveis geográficos e períodos de tempo. As informações dos registros vitais brasileiros são deficientes principalmente em regiões menos desenvolvidas como para estados do Norte e Nordeste (FRIAS et al., 2010; JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007; LIMA; QUEIROZ; SAWYER, 2014; PAES; ALBUQUERQUE, 1999).

Desta forma, ainda é um grande desafio conhecer de forma precisa os indicadores sobre mortalidade no país. Para contornar este problema, a TMI, vem sendo estimada a partir de métodos demográficos indiretos, utilizando pesquisas domiciliares do IBGE e por meio de fatores de correção através de registros administrativos de estatísticas vitais, como os obtidos

na Pesquisa de Busca Ativa¹², pelo Ministério da Saúde. Para isto, distintas fontes são utilizadas como: Registro Civil, Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC), Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), os Censos Demográficos e as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD). Cabe ressaltar que no Brasil, de acordo com Oliveira e Simões (2005), desde 1940 os censos registram informações sobre mortalidade, sendo a principal fonte de dados para o estudo da mortalidade em décadas passadas. Os quesitos utilizados para a estimação da mortalidade infantil estão inseridos, desde o início, no bloco de fecundidade e correspondem a sobrevivência de filhos (BORGES, 2015). Em grande parte, o conhecimento sobre a mortalidade no país, na época, se devia às contribuições de Giorgio Mortara, através de técnicas intercensitárias, baseadas na sobrevivência de *coortes* e em pressupostos de população fechada à migração (MORTARA, 1949). Além dos censos, as PNADs e as *Demographic and Health Surveys* (DHS) são outras importantes fontes de informação que possibilitam a estimação mortalidade infantil de forma indireta.

Para os casos de boa cobertura de óbitos pode-se utilizar informações dos registros administrativos de estatísticas vitais como as provenientes do Registro Civil e o Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)¹³, mensurando a mortalidade infantil de forma direta. Já para casos que isto não ocorre, fontes de dados do tipo *survey*¹⁴ são um importante recurso para minimizar problemas de má qualidade de dados dos registros vitais. Como já mencionado anteriormente, tais informações permitem também o cruzamento com outras sobre o contexto socioeconômico, além de buscar resolver problemas de sub-registro diferencial por regiões, que ocorrem nos registros administrativos de estatísticas vitais brasileiros (JORGE; LAURENTI; GOTLIEB, 2007; MENDONÇA; DRUMOND; CARDOSO, 2010).

Apesar das múltiplas fontes de dados e das duas grandes instituições envolvidas, no Brasil a estimação da mortalidade infantil é de responsabilidade do IBGE, conforme destaca Szwarcwald et al. (2002):

¹² A Busca Ativa de Óbitos e Nascimento, de responsabilidade do Ministério da Saúde em parceria com a Fundação Oswaldo Cruz tem o objetivo de corrigir as estatísticas vitais oriundas do SIM e do SINASC, a partir do ajuste da completude das notificações em municípios do Semiárido e Amazônia Legal, no ano de 2008.

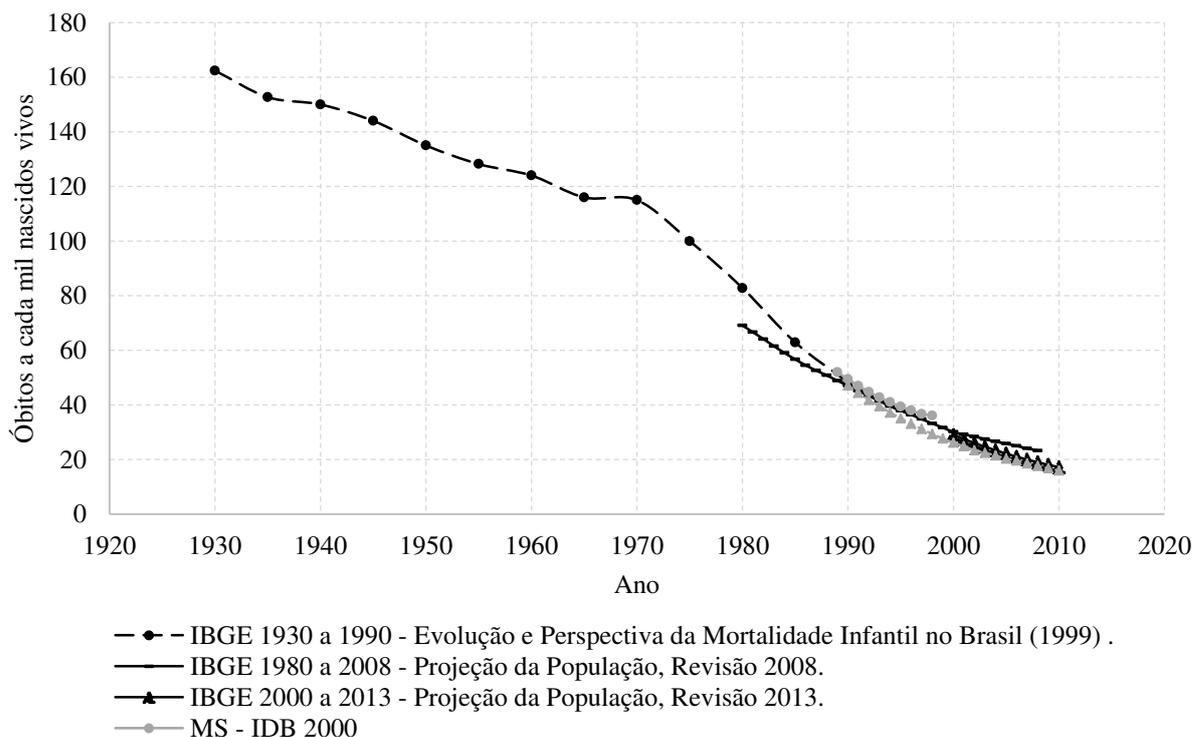
¹³ Além dos óbitos deve-se ressaltar que é necessário ter os nascimentos, disponíveis no Brasil no Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e no Registro Civil. O primeiro advindo dos hospitais e o segundo dos cartórios.

¹⁴ Nestes casos, os Censos apresentam como principal fonte de informação, contudo, estão sujeitos a problemas, como por exemplo: relacionados ao processo de amostragem, entendimento dos quesitos, problemas de falta de memória dos entrevistados e de período de referência.

No Brasil, a coleta, a apuração e a divulgação dos eventos vitais são de responsabilidade da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Desde 1974, as estatísticas de registro de óbitos e nascimentos têm sido divulgadas, anualmente, por meio da publicação Estatísticas do Registro Civil (IBGE, 1996). O Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde (MS), constitui-se em uma fonte alternativa de dados de óbitos no país. Criado em 1976, a partir da implantação do modelo padronizado da declaração de óbito (DO) em todo o território nacional, o SIM é justificado não só para o atendimento de exigências legais, mas tem o objetivo principal de fornecer subsídios para traçar o perfil de mortalidade no país (BRASIL, 1982; SZWARCOWALD et al., 2002, p. 1726).

Apesar do IBGE ser o produtor oficial da taxa de mortalidade infantil, o Ministério da Saúde constantemente lança estudos e apresenta relatórios sobre a mortalidade infantil, como o produto “Indicadores Básicos de Saúde”, utilizando informações do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Assim, tendo em vista as possibilidades de fontes de informação e estratégias de mensuração, pode-se dizer que o Brasil tem duas fontes que podem ser ditas como “oficiais”, que produzem estimativas da taxa de mortalidade infantil, o IBGE e o Ministério da Saúde. Além destas fontes, existem esforços de diversos pesquisadores e outros institutos para mensurar estimativas através de métodos, fontes e formas de correção distintas das oficiais, ou ainda para arranjos sociais e unidades geográficas diferenciadas (ALMEIDA; SZWARCOWALD, 2014; MCKINNON, 2010; MCKINNON; POTTER; SCHMERTMANN, 2010; SILVA; PAES, 2018; SILVA; PESSOAS, 2002).

Este descompasso entre as fontes, métodos e também devido às periódicas atualizações das estimativas, constitui-se um cenário em que é possível observar estimativas da taxa de mortalidade infantil discrepantes até mesmo para o nível nacional (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 – Estimativas da Taxa de Mortalidade Infantil por diferentes fontes e anos, Brasil

Fonte: Dados do IBGE e Ministério da Saúde.

Desde 1999, o IBGE é oficialmente o responsável por divulgar anualmente a Tábua Completa de Mortalidade para o país, em cumprimento ao Artigo 2º do Decreto Presidencial nº 3.266, de 29 de novembro de 1999 (BRASIL, 1999), com o objetivo de estimar a expectativa de vida ao nascer. A partir dela se tem indicadores de mortalidade que expressam o nível e o padrão etário da mortalidade por sexo para o país, em especial a expectativa de vida ao nascer¹⁵ e a probabilidade que um recém-nascido morra antes que complete o primeiro ano de vida. Para isto, o IBGE faz uso de dados de censos e do Registro Civil, estimando tábuas de vida em anos censitários, baseadas em técnicas demográficas indiretas e nos demais anos através de resultados de projeções de mortalidade¹⁶. Tais abordagens baseiam-se em pressupostos, como confiança na qualidade da declaração da idade, boa cobertura censitária, inexistência de erro de memória, entre outros, que podem afetar as estimativas.

¹⁵ A partir da expectativa de vida ao nascer é mensurado o fator previdenciário para o cálculo dos valores relativos às aposentadorias dos trabalhadores, que estarão elegíveis a recebê-la pelo Regime Geral de Previdência Social.

¹⁶ Maiores informações podem ser obtidas através na publicação do IBGE “Tábua completa de mortalidade para o Brasil – 2015: Breve análise da evolução da mortalidade no Brasil”. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Tabuas_Completas_de_Mortalidade/Tabuas_Completas_de_Mortalidade_2015/tabua_de_mortalidade_analise.pdf. Acesso em: 02 maio 2018.

No relatório “Evolução e Perspectiva da Mortalidade Infantil no Brasil” (IBGE, 1999) do IBGE, sob a coordenação do pesquisador Celso Cardoso da Silva Simões, as estimativas de mortalidade infantil para o período entre 1930 e 1990, são mensuradas de forma indireta, considerando todos os Censos Demográficos realizados a partir de 1940 e as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNADs) da década de 90, utilizando o método de sobrevivência de crianças de Brass com variante Trussel. Além desta importante publicação que apresenta estimativas da mortalidade infantil até a década de 1990, o IBGE tem outras duas publicações que dão continuidade a série histórica, mas que também tem o período da década de 1980 com sobreposição. A Projeção de População Revisão de 2008 e posteriormente de 2013, cobrem o período de 1980 até o período atual, considerando as projeções de tábua de vida (IBGE, 2008; 2013b). Neste caso, as tábuas de vida são estimadas em anos censitários conforme já descrito e projetadas através de uma função logística, para os anos não censitários (IBGE, 2008; 2013b).

Além do IBGE, o Ministério da Saúde também divulga indicadores de mortalidade, contudo baseando-se principalmente em informações de censos e do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) e Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). A mortalidade é estimada de forma direta em casos de boa cobertura e através de fatores de correção, obtidos por exemplo através da Pesquisa de Busca Ativa. Existe uma tendência geral, principalmente nos últimos anos, da não utilização de métodos demográficos indiretos para a estimação da mortalidade infantil. De acordo com o Ministério da Saúde (2009) utiliza-se o método indireto para os estados que apresentam cobertura do SINASC inferior a 90% ou que não atingem o valor de 80% de um índice composto, especialmente criado, que combina a cobertura de óbitos infantis com a regularidade do SIM.

De acordo com Frias; Szwarcwald e Lira (2011) para minimizar as limitações do método indireto de estimação da taxa de mortalidade infantil, para as estimativas da Rede Interagencial de Informações para a Saúde (Ripsa), é utilizado um modelo denominado de “mix”.

Neste modelo, para as Unidades da Federação cujas informações de nascidos vivos e óbitos são consideradas adequadas, a taxa de mortalidade infantil é calculada pelo método direto, enquanto naquelas UF com informações insatisfatórias, é usado o método indireto proposto pelo IBGE. Comparando as estimativas para o ano de 2007, a mortalidade infantil diminuiu de 24,3 para 20,0 por 1000 MV, utilizando-se, respectivamente, técnicas indiretas de estimação para todos os Estados e o modelo “mix” adotado pela Ripsa (FRIAS; SZWARCWARD; LIRA, 2011, p. 466).

Além das estimativas geradas com participação de instituições federais, aqui chamadas de oficiais, existem diversas outras, que variam na forma de estimação, fonte de dados e níveis geográficos. Para o caso de estatísticas subnacionais, institutos como a Fundação Seade em São Paulo e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) destacam-se como importantes fontes de disseminação da TMI. Adicionalmente destacam-se as iniciativas de pesquisadores, que tem o objetivo não só de aperfeiçoar as estimativas, mas também de divulgar desagregações segundo estratos e domínios de análise antes desconhecidos, como taxas de mortalidade para: municípios (ALMEIDA; SZWARCOWALD, 2014; MCKINNON, 2010; MCKINNON; POTTER; SCHMERTMANN, 2010); estimativas intervalares, adicionando incerteza aos indicadores (SILVA; PESSOAS, 2002); segundo níveis socioeconômicos (AIDAR; DEDECA; TROVÃO, 2017), dentre outras.

Para o caso de pequenas áreas, como os municípios, o país conta com duas fontes de informações que apresentam estimativas de mortalidade infantil: o Ministério da Saúde (MS) e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (SILVA; PAES, 2018). O MS através da pesquisa de Busca Ativa, no ano de 2008 para municípios do Semiárido Brasileiro e da Amazônia Legal e o PNUD nos trabalhos desenvolvidos para o Atlas do Desenvolvimento Humano, para todos os municípios do país nos anos de 1991, 2000 e 2010. Silva e Paes (2018) comparam as estimativas para 2010 e observam importantes discrepâncias entre os valores apresentados. Para o caso de microrregiões o MS, através do relatório “Estimativas da Mortalidade Infantil por Microrregiões e Municípios” de Celso Simões, apresenta estimativas no final da década de 80 e nos anos 90.

2.3 Mensuração da mortalidade infantil por microrregiões utilizada neste trabalho

Este subtópico está destinado a atender o primeiro objetivo específico: apresentar estimativas da mortalidade infantil regionalmente, no caso por microrregiões no Brasil em 1991, 2000 e 2010. Antes de apresentar a estratégia de mensuração da mortalidade infantil por microrregiões é importante apresentar os motivos que levaram a escolha de microrregiões como unidade de análise para o estudo da mortalidade infantil. As microrregiões, também conhecidas como Microrregiões Geográficas, foram criadas pelo IBGE em 1989, sendo aglomerados de municípios limítrofes com características comuns. São 558 unidades geográficas, amplamente utilizadas em estudos científicos, sobretudo em estudos sobre mortalidade, por se tratar de uma unidade de análise harmônica no tempo, permitindo a formação de um painel (CASTRO; SIMÕES, 2009; IBGE, 1999; JUSTINO, 2012; LIMA; QUEIROZ; SAWYER, 2014). As microrregiões se tratam de uma escala geográfica que

apesar de não ser de alocação de políticas públicas é intermediária entre as cidades e os estados.

Após pesquisa sobre possibilidades e estratégias de estimação da mortalidade infantil por microrregiões, nos anos de 1991, 2000 e 2010, verificou-se que poderiam ser executadas três opções. A primeira delas consistiria na atualização do trabalho “Estimativas da Mortalidade Infantil por Microrregiões e Municípios” de Celso Simões, que gerou estimativas de taxa de mortalidade infantil por microrregiões, para os anos de 1989, 1990, 1994 e 1998. A segunda, resultaria em obter estimativas do indicador por microrregiões através de agregações de resultados municipais do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013, que estimou diversos indicadores socioeconômicos para os municípios brasileiros de 1991 a 2010. A terceira seria ignorar resultados já disseminados e gerar novas estimativas de mortalidade, baseando-se em concepções próprias sobre fonte de dados e métodos de estimação.

Cabe ressaltar que estas três opções não esgotam as diversas formas e abordagens que poderiam ser utilizadas para a estimação da mortalidade infantil, mas focam em possibilidades derivadas de resultados e estratégias amplamente utilizadas, seja pela gestão pública ou por pesquisadores brasileiros.

Após grande reflexão a respeito da escolha de uma entre as opções, constatou-se que a terceira opção seria descartada. Esta opção não necessariamente seria aderente aos resultados obtidos nas estratégias anteriores e abriria espaço para discussões técnicas que fogem aos objetivos deste trabalho. Além disso, não é o objetivo deste trabalho se dedicar a estimação da taxa de mortalidade infantil, mas sim analisar os fatores associados ao seu processo de queda.

Nesse sentido, optou-se por analisar duas possibilidades, e tomar a decisão de qual abordagem utilizar através de um estudo comparativo entre as duas fontes. Todavia, mesmo utilizando estimativas oficiais, vale à pena ressaltar que por ser uma estimativa, as futuras conclusões apresentadas estarão atreladas a isso.

2.3.1 Possibilidade de análise através das “Estimativas da Mortalidade Infantil por Microrregiões e Municípios” de Celso Simões

A publicação “Estimativas da Mortalidade Infantil por Microrregiões e Municípios”, de autoria do pesquisador Celso Simões, complementou uma periódica publicação do Ministério da Saúde Brasileiro, os “Indicadores e Dados Básicos”, IDB-2000. Teve como objetivo, no final da década de 90, suprir a carência de estimativas em níveis

geográficos menores que as Unidades da Federação. O governo demandava por informações sobre mortalidade em escala intra-estadual e ao longo do tempo, em função da descentralização das ações de saúde no país e devido aos programas: Redução da Mortalidade na Infância (PRMI) e do Programa Comunidade Solidária (SIMÕES, 1999). Adiciona-se o fato das microrregiões permitirem análises temporais, por se tratar de uma unidade de análise harmônica, ou seja, comparável, o que seria dificultado caso fossem escolhidos os municípios. Outro ponto negativo, para adoção de municípios como unidade de análise, é que eles podem ser pouco populosos, resultando em flutuações aleatórias, devido a possível raridade dos óbitos, dificultando a estimação da mortalidade infantil. Para resolver questões relativas à precariedade da cobertura dos registros administrativos de estatísticas vitais brasileiros, Simões (1999) opta por estimar a taxa de mortalidade infantil a partir de métodos demográficos, calculando o sub-registro de nascimentos e óbitos infantis para o Brasil, grandes regiões, estados e microrregiões.

Para estimar os nascimentos o autor utiliza dois passos. O primeiro consistiu em aplicar o método de Brass e obter as taxas específicas de fecundidade por idade das mulheres, utilizando informações dos censos de 1980 e 1991, sobre filhos nascidos vivos e nascidos nos últimos 12 meses e a informação do contingente de mulheres em grupos quinquenais de 15 a 49 anos. O segundo passo consistiu em obter os nascimentos a partir das taxas específicas de fecundidade para cada grupo etário quinquenal. Para isto multiplicou-se a taxa específica de fecundidade pelo respectivo número de mulheres (SIMÕES, 1999). O total de nascimentos foi obtido somando-se os valores parciais estimados em cada grupo etário (SIMÕES, 1999).

Para estimar os óbitos de menores de 1 ano o autor utilizou dois passos. O primeiro consistiu em estimar a probabilidade de morte de forma indireta, através de outro método desenvolvido por William Brass e aprimorado por outros autores, o método de Brass com variante Trussel, que explora as perguntas retrospectivas de filhos nascidos vivos, filhos nascidos nos últimos 12 meses e filhos sobreviventes (TRUSSELL, 1975). O segundo passo consistiu em multiplicar a probabilidade de morte nos nascimentos e assim obter os óbitos infantis esperados.

Os nascimentos e óbitos infantis estimados de forma indireta foram comparados com respectivos eventos vitais observados no Registro Civil, e construídos os respectivos fatores de correção, a partir da estimativa de sub-registro (SIMÕES, 1999). O sub-registro consiste em:

$$\text{Subregistro} = 1 - \frac{RC}{E} \quad (1)$$

Onde RC é o número de registros de nascimentos, ou óbitos registrados; e E corresponde ao número de nascimentos ou óbitos esperados.

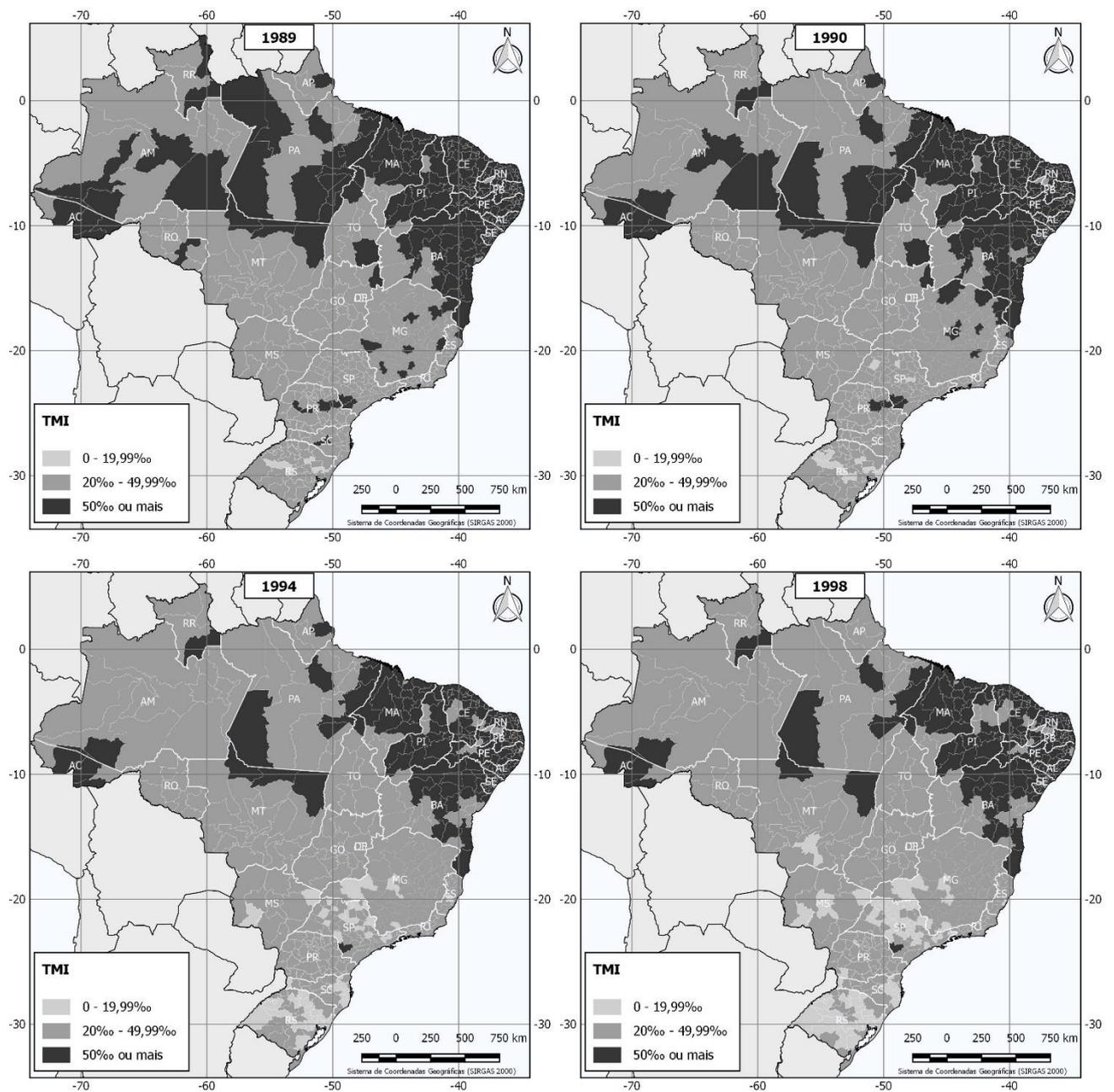
De acordo com Simões (1999), a aplicação da técnica de Brass variante Trussel, permitiu a obtenção de estimativas de taxas de mortalidade infantil em distintos pontos do tempo, anteriores aos censos de 1991 e 1980. Estas estimativas são apresentadas no site do DATASUS¹⁷ para os anos 1989/1990/1994/1998, possivelmente por algum interesse específico do autor ou do Ministério da Saúde. As estimativas do autor podem ser observadas na FIGURA 2. Cabe ainda ressaltar que o autor chega nestes valores finais após utilizar suavização do conjunto de pontos, por médias móveis e temporalmente também através de uma função logística, permitindo a estimação para os anos divulgados.

[...] a técnica de Brass e sua variante, a de Trussel, quando aplicada às informações sobre fecundidade e sobrevivência dos filhos reportados pelas mulheres, permitiu que se obtivesse uma série de taxas de mortalidade infantil em distintos pontos do tempo anteriores aos censos de 1991 e 1980.

Este conjunto de estimativas formam uma série de pontos em anos determinados anteriores aos anos censitários, os quais foram suavizados, via médias móveis, de maneira a eliminar possíveis flutuações que normalmente existem, derivadas, principalmente, da má declaração por parte das mães quanto ao número exato de filhos nascidos vivos e sobreviventes. Esta série, já suavizada, que em média compreendia um período entre 1969 e 1989, então, ajustada por uma função logística (SIMÕES, 1999, p. 61).

¹⁷ Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FIGURA 2 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras estimadas pelo Ministério da Saúde, 1989\1990\1994\1998



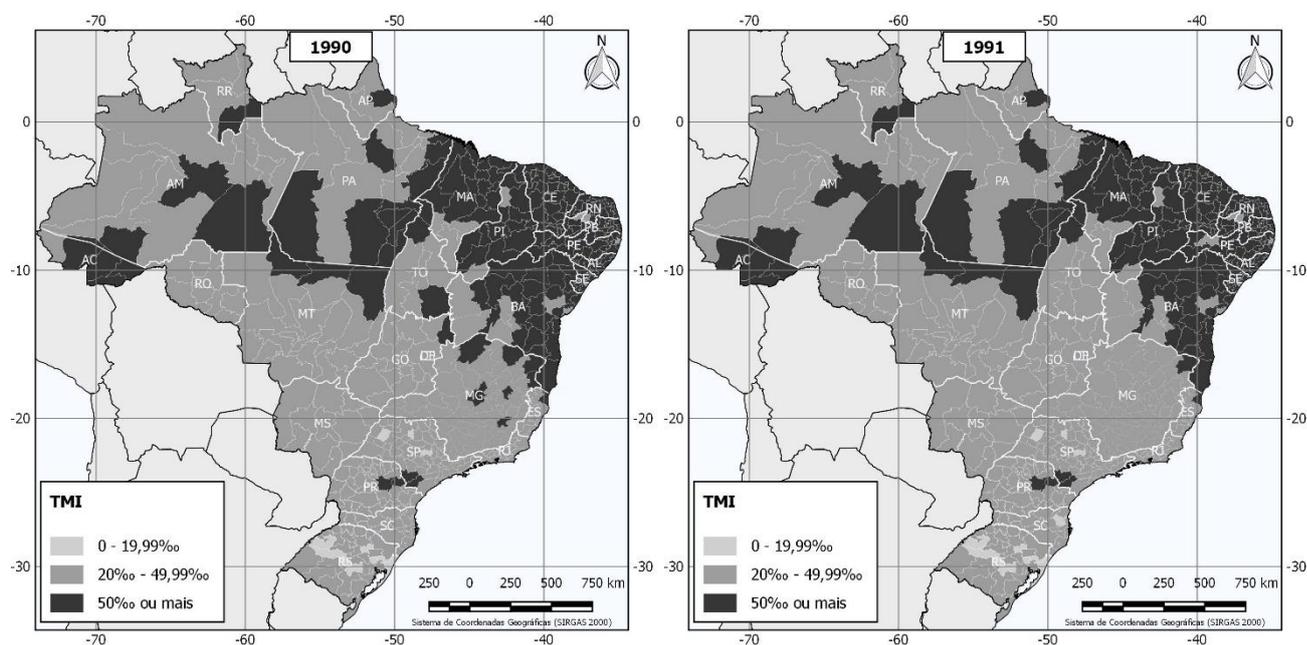
Fonte: Dados do Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

Notas: Categorias de legendas escolhidas de acordo com o Ministério da Saúde – MS (ver SIMÕES, 2001).

Como este trabalho tem o objetivo de estudar a mortalidade nos anos censitários, foi necessário interpolar a taxa de mortalidade infantil e obter o ano de 1991, já que o autor não divulgou os dados para este ano (FIGURA 3). Para isto foi utilizada uma taxa de crescimento linear, tendo em vista que o período de tempo é muito curto e utilizar alguma função mais complexa apresentaria um resultado bastante próximo. Em períodos mais longos

de tempo poderia ser interessante aplicar alguma técnica mais sofisticada, como por exemplo, modelar através de uma função logística, ou aplicar algum modelo polinomial, ou alguma técnica de regressão de Poisson.

FIGURA 3 – Comparativo entre Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, estimadas pelo Ministério da Saúde, 1990\1991



Fonte: Dados do Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

Notas: Categorias de legendas escolhidas de acordo com o Ministério da Saúde – MS (ver SIMÕES, 2001).

2.3.2 Possibilidade de análise através do “O Atlas de Desenvolvimento Humano” de 2013

Outra importante fonte de informação a respeito da mortalidade infantil brasileira é o Atlas do Desenvolvimento Humano, elaborado desde 1998 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Sua terceira versão, o atlas de 2013, construída em parceria com a Fundação João Pinheiro (FJP) e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), fornece um retrato detalhado do país, com cerca de 150 indicadores, além do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e suas dimensões, para cada um dos municípios e Unidades da Federação, nos anos censitários de 1991, 2000 e 2010. O relatório tem como principal fonte de dados os Censos Demográficos e apresenta um conjunto específico de indicadores demográficos, juntamente com a Taxa de Mortalidade Infantil.

A mortalidade infantil é mensurada de forma indireta, a partir de técnicas de análise demográfica, conforme foi apresentado em uma passagem de um dos relatórios do atlas:

Os indicadores propostos para o bloco demográfico do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil – incluindo a esperança de vida ao nascer – não podem ser obtidos diretamente das informações dos Censos Demográficos, recorrendo-se, então, a técnicas indiretas para sua obtenção. Foram utilizados os métodos desenvolvidos por William Brass et al. (1968), tanto a técnica de mortalidade infanto-juvenil para os indicadores de longevidade e mortalidade, como a técnica para o cálculo da estimativa da taxa de fecundidade total. Entretanto, deve-se destacar que essas técnicas necessitaram de algumas adaptações para serem aplicadas em níveis espaciais com baixos volumes populacionais, como em muitos municípios ou áreas intramunicipais. Essa adaptação foi feita pelo professor José Alberto Magno de Carvalho, do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Além disso, essa metodologia, para ser aplicada, necessita de uma função de mortalidade padrão. O ideal seria que fosse conhecido o padrão de mortalidade de cada população em questão. Quando este não é conhecido, lança-se mão ou de tábuas-modelo de mortalidade ou de uma tábua de mortalidade de uma determinada população cujo padrão de mortalidade é considerado semelhante ao da população em estudo. No caso específico do cálculo para os municípios e UDHS brasileiras, foram utilizadas, como padrão, tábuas geradas para níveis de agregação de seus respectivos estados. Para os anos de 1991 e 2000, tomaram-se como padrão de mortalidade tábuas desenvolvidas pelo próprio Cedeplar para os estados brasileiros, tendo como fonte o Censo Demográfico de 1991 e as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílio (PNAD), da década de 90. Para o ano de 2010, adotaram-se também tábuas estimadas pelo Cedeplar, mas que já incorporam, em seus cálculos, resultados do Censo Demográfico de 2010 (IPEA; PNUD; FJP, 2017, p. 49).

A abordagem escolhida no atlas para a estimação dos indicadores de mortalidade, decorre do fato de não serem conhecidos os padrões de mortalidade de forma fidedigna para os recortes espaciais empregados. Autores como Silva e Paes (2018) alertam que mesmo sendo uma importante e oficial fonte de informação a metodologia utilizada no cálculo da mortalidade infantil poderia ser mais detalhada. Isto dificulta a replicação das estimativas e o entendimento do mecanismo de estimação. Além disso, a forma utilizada tende a homogeneizar as estimativas intra-estaduais, pois baseia-se também em uma forma de padronização, onde são levadas em consideração áreas maiores, estaduais, para estimar áreas menores, os municípios, o que carrega forte dependência espacial nas estimativas dos municípios dentro de um mesmo estado. Supor a aderência do nível municipal para o nível estadual, pode ser um salto muito grande de escala, que nem sempre pode corresponder a realidade municipal. O pouco detalhamento inviabiliza a replicação do método, o que deixa pouco transparente a elaboração das estimativas e o debate sobre a qualidade, atendimento de pressupostos e críticas por parte da comunidade científica.

Neste caso, tem-se a taxa de mortalidade infantil para cada um dos municípios brasileiros, nos anos de 1991, 2000 e 2010, contudo para este trabalho é necessário criar uma forma de obter estimativas por microrregiões. Cabe ressaltar que um dos princípios norteadores do Atlas do Desenvolvimento Humano é gerar indicadores municipais que possibilitem uma comparação temporal e espacial. Nesse sentido, a Fundação João Pinheiro

faz a recriação de municípios para anos anteriores a sua data de criação, a partir da compatibilização de malhas de setores censitários fornecidas pelo IBGE para os anos de 1991, 1996, 2000, anos correspondentes a censos e contagens da população¹⁸. A partir disso, o atlas divulga informações para 5.565 municípios nos anos de 1991, 2000 e 2010. Para não haver dupla contagem de eventos vitais, foram selecionados apenas os municípios que de fato existiam em cada censo, ou seja, 4.491 municípios no ano de 1991, 5.507 no ano 2000 e 5.565 em 2010 e assim construídas as microrregiões.

Com isso, a partir da fórmula da taxa de mortalidade infantil, Equação (2), que consiste no quociente entre o número de óbitos com menos de um ano de idade, ${}_1D_0$, e o número de nascidos vivos, ${}_1N_0$, de mães residentes em uma localidade e tempo, multiplicado por mil.

$${}_1M_0 = \frac{{}_1D_0}{{}_1N_0} \times 1.000 \quad (2)$$

A taxa de mortalidade infantil por microrregiões é estimada em três passos. O primeiro consiste em encontrar os nascimentos para cada município i e soma-los, formando as m microrregiões em cada ano censitário t . Os nascimentos podem ser obtidos multiplicando a Taxa de Fecundidade Total (TFT) do Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013 pela quantidade de mulheres em idade reprodutiva ${}_{35}P_{15}$, para cada município i e somar aqueles que pertençam a mesma microrregião m , da seguinte forma:

$${}_1N_0^m = \sum_{i=1}^{\forall i \in \{m\}} TFT^i \times {}_{35}P_{15}^{em\ i} \quad (3)$$

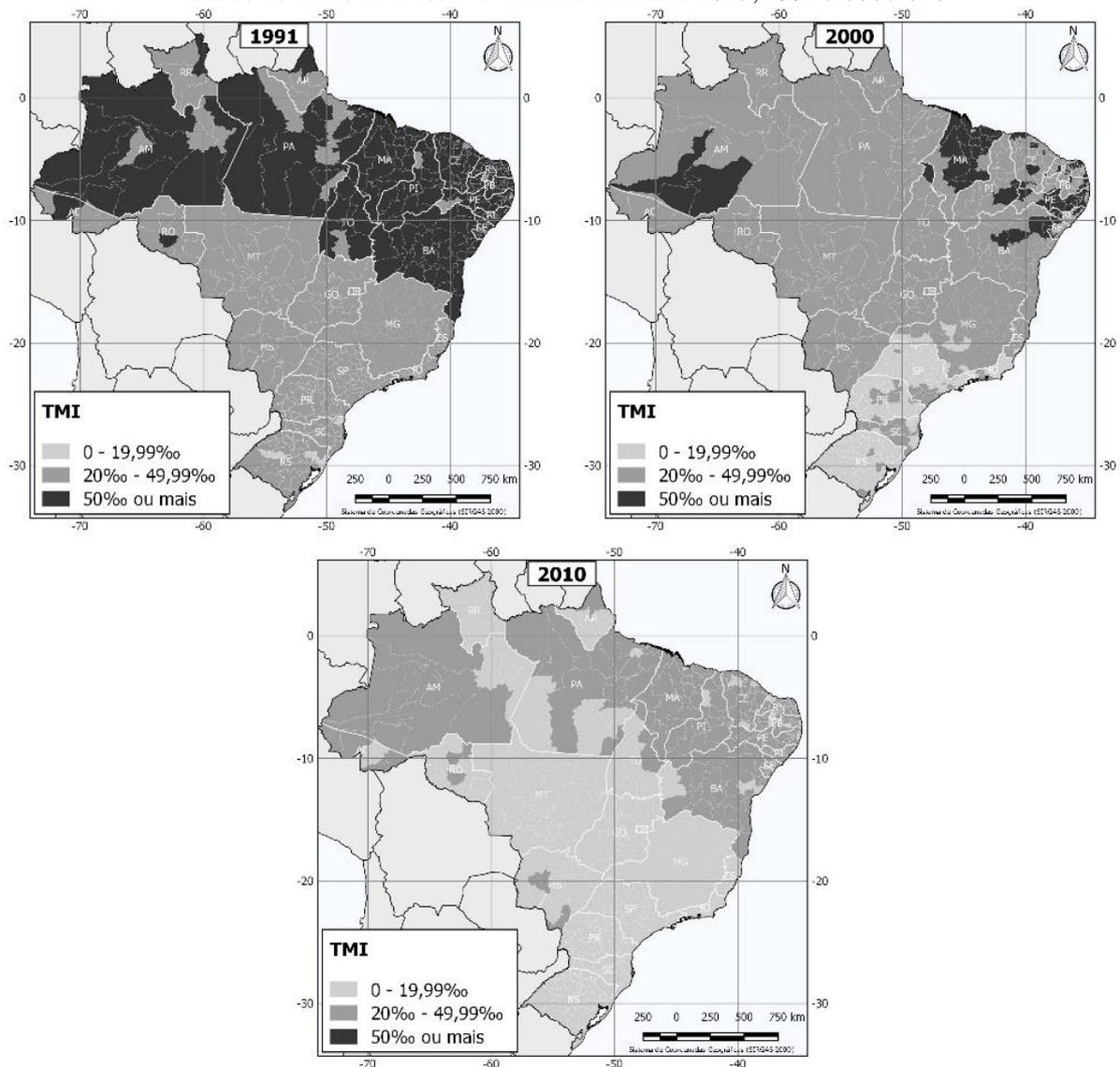
Cabe ressaltar que o Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 não divulgou as taxas específicas de fecundidade e o método de obtenção de nascimentos, apenas a TFT. Desta forma o procedimento conforme utilizado em Simões (1999) não poderia ser utilizado, por isso construiu-se uma equação baseada na taxa de fecundidade total. O segundo passo consistiu em encontrar os óbitos por município e depois somá-los formando cada microrregião, da seguinte forma:

¹⁸ Informação obtida com técnicos da Fundação João Pinheiro.

$${}_1D_0^m = \sum_{i=1}^{\forall i \in \{m\}} \frac{{}_1M_0^i \times {}_1N_0^i}{1.000} \quad (4)$$

Após isto, aplicou-se a Equação (2) e para obter o valor da Taxa de Mortalidade Infantil para cada microrregião. Os resultados encontrados podem ser observados a seguir:

FIGURA 4 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013, 1991\2000\2010



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: Categorias de legendas escolhidas de acordo com o Ministério da Saúde – MS (ver SIMÕES, 2001).

2.3.3 Comparando as possibilidades apresentadas anteriormente para o ano de 1991

O ano de 1991, se trata do ano de interseção entre as duas séries históricas de estimativas de taxas de mortalidade infantil por microrregiões e possibilita a comparação entre as duas fontes. Nesta comparação, optou-se por retirar das análises a microrregião de código 26019, correspondente a Fernando de Noronha, porque o Ministério da Saúde não apresenta estimativas para esta região, o que resultou na análise de 557 microrregiões. Nesta comparação estamos interessados em analisar a existência de padrões regionais diferenciais entre as duas fontes, tendências de uma ou outra em resultar estimativas maiores ou menores que a outra e o grau de aderência entre elas. A análise destes fatores ajudará na identificação de divergências entre as duas fontes de dados.

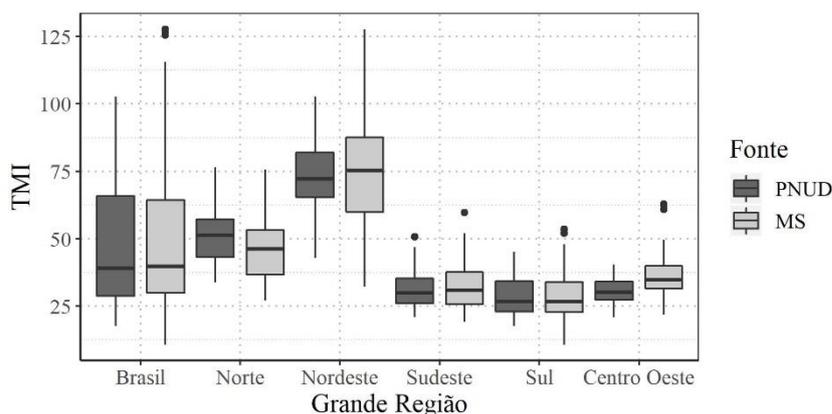
A análise descritiva dos dados, a partir de medidas resumo (TABELA 4), indica que a média e mediana das taxas de mortalidade infantil entre das duas fontes são bastantes próximas, no nível nacional, o que também ocorre nas regiões Sudeste e Sul. Nestas três unidades geográficas o desvio padrão do PNUD tendeu a ser ligeiramente menor que o das estimativas do MS. Para as demais regiões, a média e mediana do PNUD tendem a serem menores que do MS, com exceção para o Norte, que o padrão se inverte. Este padrão pode ser melhor visualizado no boxplot (GRÁFICO 4).

TABELA 4 – Medidas resumo das estimativas de Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões de acordo com a fonte de dados, 1991

Indicador	Unidade Geográfica	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad
TMI (PNUD)	Brasil	557	17,73	39,12	47,05	102,72	21,51
	Centro-Oeste	52	20,87	30,13	30,97	40,49	4,54
	Nordeste	187	42,92	72,17	72,85	102,72	12,5
	Norte	64	33,77	51,23	51,27	76,41	9,24
	Sudeste	160	20,98	29,94	31,22	50,8	6,3
	Sul	94	17,73	26,7	28,72	45,15	7,05
TMI (MS)	Brasil	557	10,83	39,85	48,13	127,7	23,9
	Centro-Oeste	52	21,82	34,77	36,51	62,92	8,75
	Nordeste	187	32,39	75,38	75,11	127,7	19,23
	Norte	64	27,14	46,33	46,97	75,61	12,08
	Sudeste	160	19,24	31,05	32,13	59,72	7,75
	Sul	94	10,83	26,67	28,9	53,55	8,77

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

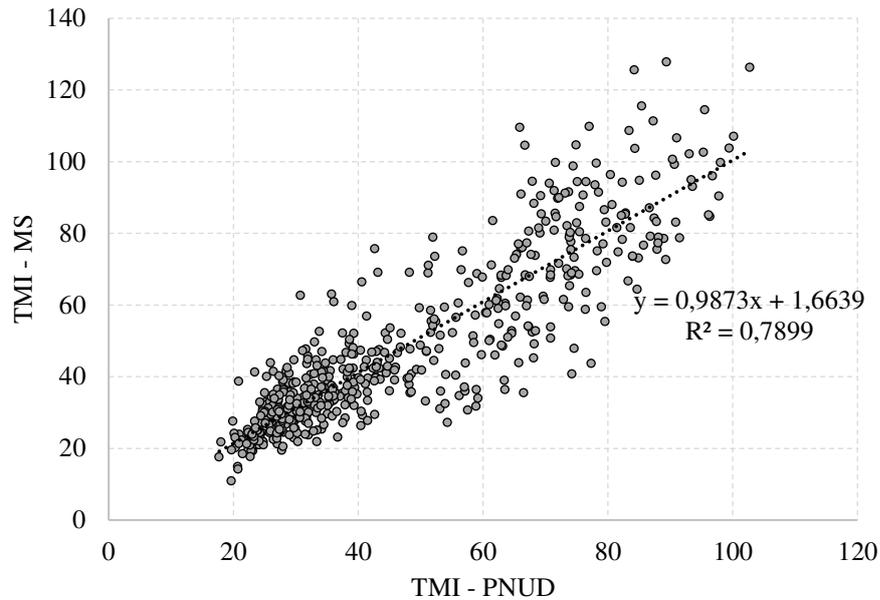
GRÁFICO 4 – Boxplot comparativo das estimativas de Taxa de Mortalidade Infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, segundo Brasil e Grandes Regiões, 1991



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

O Gráfico de dispersão entre estimativas de taxa de mortalidade infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões no ano de 1991 ajuda a identificar que existe uma tendência linear entre as estimativas (GRÁFICO 5). Constata-se que existe forte relação entre as duas fontes, visualmente e também pelo coeficiente de correlação de Pearson de 0,89. Outro recurso que reforça esta constatação, é a regressão linear entre as duas estimativas, indicando que cerca de 80% da variação da TMI estimada pelo Ministério da Saúde é explicada pela TMI do PNUD, indicando um ótimo ajuste. Por fim, outro fator que corrobora para identificar que as taxas possuem forte associação é o coeficiente angular da reta de regressão que indica que o incremento de 1 unidade na taxa de mortalidade infantil do PNUD, em média, corresponde a 0,99 unidades da estimada pelo MS. Isto pode decorrer dos dois procedimentos de obtenção de estimativas partirem do mesmo método, o método de Brass.

GRÁFICO 5 – Comparação entre estimativas de Taxa de Mortalidade Infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, 1991



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

Para verificar se existe algum padrão regional, de diferença entre as estimativas, foi criado um indicador para mensurar a diferença relativa absoluta, intitulado de DRA_{Abs} . Este indicador mede a diferença entre as estimativas de taxa de mortalidade infantil das duas fontes, ${}^{MS}_1M_0^m$ do Ministério da Saúde e ${}^{PNUD}_1M_0^m$ do PNUD. Para mensurar a intensidade da diferença, optou-se pela ponderação em relação à magnitude da mortalidade infantil na microrregião, traduzida pela média entre as duas fontes. Além disso, optou-se por utilizar o módulo, para verificar a força da diferença entre as duas fontes, Equação (5). Outra forma foi utilizar a diferença ${}^{MS}_1M_0^m - {}^{PNUD}_1M_0^m$ sem o módulo, indicando a direção da diferença (DRA), conforme apresentado na TABELA 5 e FIGURA 6.

$$DRA_{Abs} = \left[\frac{|{}^{MS}_1M_0^m - {}^{PNUD}_1M_0^m|}{\frac{({}^{MS}_1M_0^m + {}^{PNUD}_1M_0^m)}{2}} \right] \times 100 \quad (5)$$

Os resultados destas tabulações, TABELA 5, GRÁFICO 6 e em formato de mapas, nas FIGURA 5 e FIGURA 6, indicam que as maiores discrepâncias entre as fontes ocorrem nas regiões Norte e Centro-Oeste, mas que de forma geral apresentam distribuições do DRA_{Abs} bastante próximas com as demais regiões, de acordo com os *boxplots*. O Norte e o

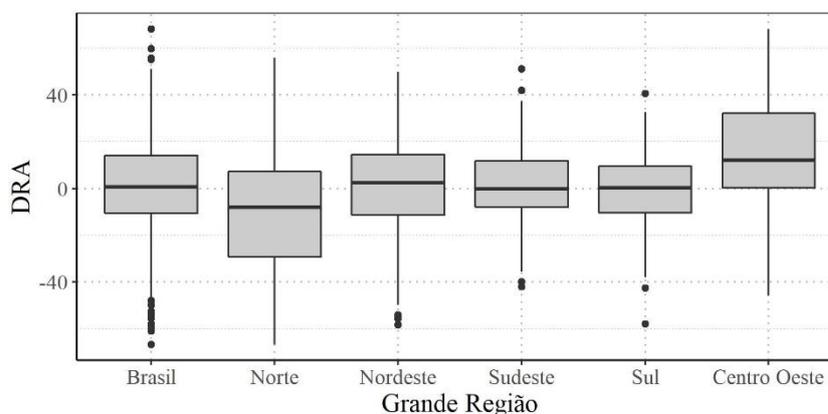
Centro-Oeste, em geral, apresentam pior qualidade de dados de registros vitais e consequentemente, maior incerteza a respeito do valor real da taxa de mortalidade infantil. Os mapas ajudam a revelar que as discrepâncias entre as estimativas, em intensidade e direção, não apresentam um padrão regional claro.

TABELA 5 – Medidas resumo da diferença relativa absoluta e não absoluta, das estimativas de Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões de acordo com a fonte de dados, 1991

Indicador	Unidade Geográfica	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad
DRA (abs)	Brasil	557	0,02	12,34	16,28	68,31	13,61
	Centro-Oeste	52	1,19	17,99	23,07	68,31	17,46
	Nordeste	187	0,02	12,98	15,86	58,28	12,25
	Norte	64	0,11	20,87	24,04	66,67	18,4
	Sudeste	160	0,17	10,23	13,31	51,08	10,67
	Sul	94	0,04	9,96	13,14	57,92	11,09
DRA	Brasil	557	-66,67	0,7	1,02	68,31	21,21
	Centro-Oeste	52	-45,77	11,96	14,77	68,31	25,01
	Nordeste	187	-58,28	2,53	1,14	49,72	20,04
	Norte	64	-66,67	-8,08	-10,14	55,74	28,66
	Sudeste	160	-42,02	-0,23	1,95	51,08	16,98
	Sul	94	-57,92	0,37	-0,81	40,52	17,23

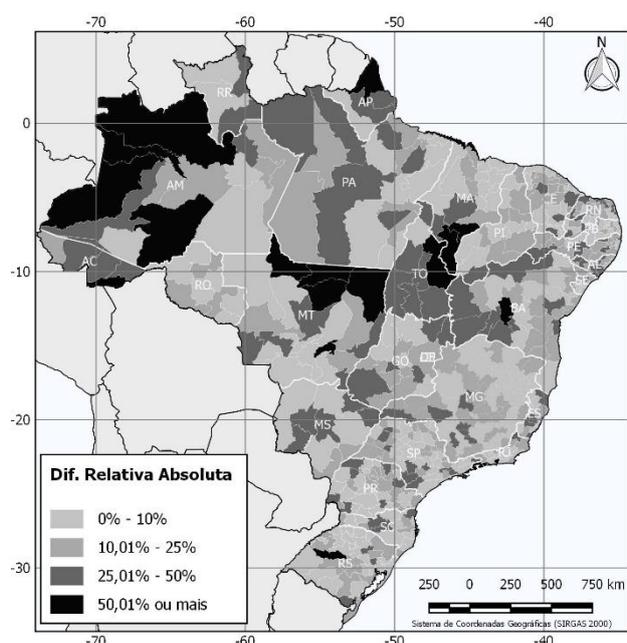
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

GRÁFICO 6 – Boxplot comparativo da diferença relativa (DRA_{abs}) entre das estimativas de Taxa de Mortalidade Infantil do Ministério da Saúde (MS) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) por microrregiões, segundo Brasil e Grandes Regiões, 1991



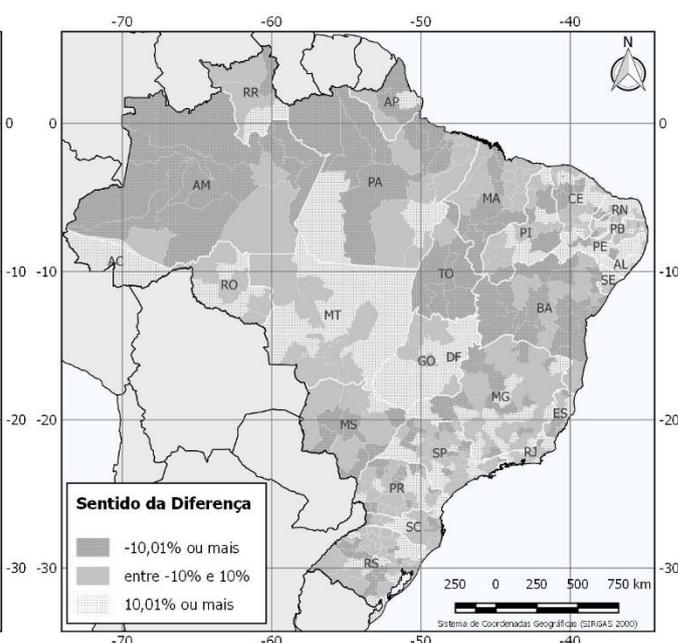
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FIGURA 5 – Diferença relativa absoluta (DRA_{abs}) entre as taxas de mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013 e pelo Ministério da Saúde, 1991



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

FIGURA 6 – Direção da diferença relativa (DRA) entre as taxas de mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, estimadas com base nos dados do Atlas de Desenvolvimento Humano 2013 e pelo Ministério da Saúde, 1991



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD e Ministério da Saúde, Datasus. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/mortinf/microbr.htm>. Acesso em: 02 jun. 2018.

A partir das constatações realizadas, observa-se que apesar da forte relação entre as duas estimativas no nível nacional e nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, as regiões Norte e Nordeste apresentam diferenças em algumas microrregiões. Isto ocorre em microrregiões nas quais a TMI é mais alta e existe maior incerteza do valor real do indicador. Gerar um novo conjunto de estimativas, para pequenas áreas, conforme já mencionado, abriria uma nova oportunidade para discussões técnicas relevantes, desafio que deve ser enfrentado em estudos futuros, que explorem também novas fontes e possibilidades computacionais para pareamento e análise de grandes conjuntos de dados, além de não ser objetivo deste trabalho. Desta forma, tendo em mente estas constatações e restrições metodológicas, optou-se por utilizar neste trabalho a taxa de mortalidade infantil estimada com base nos dados do PNUD. Esta decisão é reforçada pelo PNUD já possibilitar a obtenção da taxa de mortalidade infantil por microrregiões para todo período, além de se tratar de uma fonte oficial para o país. Outro ponto importante é que não existe mudança no método empregado, sendo constante nos 1991, 2000, 2010. Por fim, acredita-se que sua utilização possibilite a utilização e replicação na gestão pública, podendo gerar insumos para gestão de políticas públicas de saúde e de ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana.

CAPÍTULO 3 – O PROCESSO DE QUEDA DA MORTALIDADE INFANTIL NO PERÍODO ENTRE 1991 E 2010: ANÁLISE DE PADRÕES A PARTIR DE MICRORREGIÕES

3.1 Introdução

Este capítulo está destinado a apresentar a caracterização do processo de queda da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, no período de 1991 e 2010, a partir de análise de padrões regionais distintos de decréscimo da mortalidade infantil no país. O objetivo é responder a primeira pergunta de pesquisa: *a heterogeneidade regional quanto ao processo de queda da mortalidade infantil, observada entre as UFs, se mantém ou se reforçam entre as microrregiões brasileiras?* Isto refere-se à primeira hipótese de pesquisa a ser avaliada: *a heterogeneidade se mantém com diferenças ainda maiores, já que as microrregiões são mais homogêneas internamente e heterogêneas entre elas, socioeconômica e demograficamente, do que são as UF.*

Conforme apresentado no Capítulo 1, alguns estudos já corroboram para não refutar esta hipótese de pesquisa, contudo, em escalas geográficas mais detalhadas e períodos de tempo mais recentes, ainda é necessário verificar como vem ocorrendo o processo de queda da mortalidade infantil. Historicamente existem grandes disparidades entre as regiões Norte e Sul do país, enquanto no Norte existe maior carência de recursos e piores índices de desenvolvimento econômico e maior mortalidade infantil, o Sul tende a ser mais desenvolvido e com menores taxas de mortalidade infantil (BARROS; SAWYER, 1993; CARVALHO, 1974; CARVALHO; SAYWER, 1978; CASTRO; SIMÕES, 2009; MERRICK; BERQUÓ, 1983; SASTRY, 1996; 1997; 2004a; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981; WOOD; CARVALHO, 1988). As diferenças ocorrem, em grande parte, devido ao processo histórico de priorização de recursos e maior interesse do mercado, nas regiões do Sul do país, o que influencia diretamente nos níveis de mortalidade infantil (SIMÕES, 2001).

3.2 Materiais e métodos

A partir das estimativas da taxa de mortalidade infantil, do Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013, transformando os óbitos e nascimentos, do nível municipal para o nível de microrregiões e recalculando as TMI, foi possível estudar o processo de queda da mortalidade infantil no período de 1991 a 2010, conforme apresentado no Capítulo 2.

O teste da hipótese de pesquisa foi pensado a partir de três formas. A primeira, seria analisar apenas a taxa de decréscimo da mortalidade infantil no período entre 1991 e

2010, contudo esta abordagem sofre influência do patamar inicial que a taxa de mortalidade infantil estava em 1991¹⁹. A segunda consistiu em modelar o processo de queda da TMI por microrregiões, utilizando alguma distribuição de probabilidades. Isto possibilitaria mensurar parâmetros da distribuição, que podem mensurar a velocidade de queda e o tempo de transição da mortalidade infantil, de altos, para baixos níveis. Tal abordagem poderia ser feita considerando independência entre as microrregiões, ou não. Isto poderia ser realizado por meio da curva logística, contudo, não foi possível utilizá-la devido ao número reduzido de estimativas de TMI ao longo do tempo, apenas 3 para cada microrregião e o número de parâmetros a serem estimados na distribuição, o que resultou na qualidade insatisfatória do ajuste, para diversas microrregiões a curva estimada não se ajustou aos dados observados. A terceira forma, alternativa à primeira, teve como objetivo identificar distintos padrões de queda da TMI, a partir de métodos de análise multivariada, fazendo uso de indicadores específicos a respeito da distribuição de queda da TMI e a localização geográfica da microrregião. Esta se mostrou satisfatória e foi a utilizada.

3.2.1 Criação de índices sintéticos

Foram selecionados indicadores que pudessem resumir a trajetória de queda da mortalidade infantil, a saber: patamar em que a taxa de mortalidade infantil estava em 1991, ou seja, a TMI de 1991, a amplitude alcançada na redução no período até 2010, a taxa de decréscimo no período de 1991 e 2010 e o quanto ainda a TMI potencialmente pode reduzir, ou seja, a distância do valor de TMI em 2010 para o valor 4. Tais indicadores foram inspirados nos parâmetros de uma curva logística. Devido à alta correlação entre os indicadores selecionados (ver TABELA 8, p. 95), optou-se por criar um índice sintético, afim de condensar a informação em um único indicador, formando um constructo²⁰, para depois segmentar as microrregiões em distintos padrões de queda da mortalidade infantil. Para isto foi utilizada a Análise Fatorial, uma técnica de análise multivariada de interdependência, utilizada em variáveis quantitativas correlacionadas, que cria novas variáveis, como combinação linear das anteriores (EVERITT; HOTHORN, 2011; HAIR et al., 2009; MINGOTI, 2005). De acordo com Mingoti (2005) a análise multivariada refere-se a um conjunto de métodos estatísticos utilizados em situações nas quais variáveis são medidas

¹⁹ Regiões com maiores taxas tenderam a ter maior redução na mortalidade infantil. Ações menos onerosas são mais fáceis de serem implementadas, como noções de assepsia, maior higiene, acesso a água, esgotamento sanitário e melhor nutrição, apresentam grande resultado, para redução de altas taxas de mortalidade infantil.

²⁰ O constructo ou variável estatística, é uma combinação linear de variáveis com pesos empiricamente determinados, onde as variáveis são especificadas pelo pesquisador e os pesos determinados por alguma técnica multivariada (HAIR et al., 2009, p. 24).

simultaneamente, em geral essas variáveis são correlacionadas entre si, de maneira que seus diferentes efeitos não podem ser interpretados de forma separada.

Estatísticas de adequabilidade

Antes da utilização de métodos de interdependência é necessário verificar sua adequabilidade ao conjunto de dados. Para isto, tem-se duas medidas: a Estatística de Kaiser Meyer Okin (KMO) e a Estatística de Adequação da Amostra (MSA). A primeira estatística, proporciona uma medida global do conjunto de dados e a segunda fornece uma medida para adequabilidade de cada variável. Ambas apresentam valores críticos, indicativos na não adequabilidade da variável ou variáveis ao método interdependência (FÁVERO et al., 2009).

A estatística de KMO compara as correlações simples com as correlações parciais (FÁVERO et al., 2009, p. 241). Ela fornece uma medida global, de adequabilidade do conjunto de variáveis ao método de Análise Multivariada, e é dada pela seguinte expressão:

$$KMO = \frac{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} \sum r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} \sum a_{ij}^2} \quad (6)$$

Onde:

r_{ij} : coeficiente de correlação entre variáveis; e

a_{ij} : coeficiente de correlação parcial.

Os valores da estatística de KMO variam entre 0 e 1, e quanto mais próximo de 1, mais adequada é a utilização da técnica de Análise Fatorial (FÁVERO et al., 2009). Os intervalos de valores de KMO são apresentados no quadro a seguir:

TABELA 6 – Valores tabelados para estatística KMO

KMO	Análise Fatorial
0,9 – 1	Muito Boa
0,8 - 0,9	Boa
0,7 - 0,8	Média
0,6 - 0,7	Razoável
0,5 - 0,6	Má
< 0,5	Inaceitável

Fonte: Fávero et al. (2009, p. 242).

A estatística MSA corresponde a diagonal principal da matriz de correlações anti-imagem²¹, em que é possível verificar a necessidade de eliminação de variáveis específicas, em casos que o KMO não foi satisfatório (FÁVERO et al., 2009). De acordo com Fávero et al. (2009), sua expressão é dada por:

$$MSA = \frac{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2}{\sum_{i \neq j} r_{ij}^2 + \sum_{i \neq j} a_{ij}^2} \quad (7)$$

Onde:

r_{ij} : coeficiente de correlação entre variáveis; e

a_{ij} : coeficiente de correlação parcial.

Desta forma, primeiro mensura-se o KMO e depois investiga-se o MSA de cada variável. Ainda segundo os autores, os valores da estatística de MSA variam entre 0 e 1, valores inferiores a 0,5 indicam que a variável deve ser retirada da análise (HAIR et al., 2009, p. 101). Em casos nos quais o MSA e o KMO não foram adequados, a seleção de variáveis, a serem utilizadas na Análise Fatorial deve ser realizada novamente.

O método de Análise Fatorial

De acordo com Hair et al. (2009), a análise fatorial é uma técnica multivariada de interdependência que tem como objetivo analisar as inter-relações entre um conjunto de variáveis e explicar essas variáveis em termos de suas dimensões inerentes comuns, os chamados fatores. O objetivo é encontrar um meio de condensar a informação contida em um grande número de variáveis em um conjunto menor de variáveis estatísticas, com perda mínima de informação (MINGOTI, 2005).

Conforme Mingoti (2005) ressalta, existem dois tipos de Análise Fatorial: exploratória e confirmatória. A exploratória é utilizada quando o pesquisador busca encontrar os fatores subjacentes às variáveis originais amostradas, e a confirmatória quando o pesquisador tem em mãos um modelo fatorial pré-especificado (MINGOTI, 2005). A Análise Fatorial exploratória é mais fácil de ser implementada, devido à baixa restrição teórica, já a análise fatorial confirmatória requer alguns pressupostos para ser utilizada. De acordo com Pedhazur e Schmelkin (1991) a análise confirmatória pode ser utilizada quando o pressuposto

²¹ De acordo com Hair et al. (2009), a matriz de correlação anti-imagem corresponde a matriz de correlações parciais entre variáveis, após a análise fatorial e que representa o grau em que os fatores explicam uns aos outros nos resultados.

de normalidade multivariada do conjunto de variáveis é atendido, sendo condição necessária, porém não suficiente para a aplicação do método. Neste trabalho este pressuposto não foi atendido, conforme é apresentado na inspeção visual, através do gráfico QQ²² (ver Apêndice).

O modelo de Análise Fatorial, é uma técnica que relaciona linearmente as variáveis padronizadas, Z e m fatores comuns, que, a princípio, são desconhecidos. Sua equação é apresentada da seguinte forma (MINGOTI, 2005, p. 102):

$$\begin{aligned} Z_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ Z_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ &\vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ Z_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{aligned} \tag{8}$$

Onde:

l : coeficientes a serem estimados, comumente chamados de *loadings* ou cargas fatoriais;

F : variáveis latentes ou fatores; e

ε : variáveis aleatórias não observáveis.

De acordo com Fávero et al. (2009) a Análise Fatorial pode ser dividida nas seguintes etapas: 1) análise da matriz de correlações e verificação da adequação da utilização da análise fatorial, avaliação das medidas de KMO, MSA, verificação do pressuposto de normalidade multivariada e o teste de Esfericidade de Bartlett²³, este último quando há normalidade multivariada do conjunto de variáveis. 2) Extração e determinação do número adequado de fatores. 3) Avaliação da necessidade de rotação dos fatores. 4) Interpretação dos fatores obtidos.

Como a Análise Fatorial é baseada nas correlações entre as variáveis, o primeiro passo é examinar a matriz de correlações e verificar se existem valores significativos. No caso de normalidade multivariada, isto pode ser verificado a partir do teste de Esfericidade de Bartlett (FÁVERO et al., 2009). Caso isto não ocorra, é possível realizar a inspeção visual da matriz de correlações, caso as correlações entre as variáveis sejam baixas a Análise Fatorial pode não ser apropriada e outra técnica dever ser utilizada.

²² Os gráficos QQ permitem a comparação entre duas distribuições, neste caso a observada e a da distribuição normal, onde os quantis de cada distribuição são traçados. Quanto mais próximo da bissetriz mais os dados observados se aderem a distribuição normal.

²³ De acordo com Hair et al. (2009), o Teste de Esfericidade de Bartlett é um teste estatístico da significância geral de todas as correlações em uma matriz de correlação.

A escolha do número de fatores pode ser feita a partir de alguns critérios, como por exemplo: raiz latente e proporção da variância total explicada pelos fatores. O critério da raiz latente, proposto por Kaiser em 1958, corresponde a identificar o número ideal de fatores a partir do número total de autovalores, extraídos da matriz de correlação, que forem maiores que um (MINGOTI, 2005, p. 105). O critério da proporção da variância total explicada, corresponde a escolher o número de fatores, que acumulem ao menos 60% da variação total explicada (HAIR et al., 2009, p. 114).

A extração dos fatores pode ser realizada a partir de diversos métodos, em geral duas formas são utilizadas, através da Análise dos Componentes Principais (ACP) ou através da Análise dos Fatores Comuns (AFC) (HAIR et al., 2009; MINGOTI, 2005). Como nessa pesquisa o pressuposto de normalidade multivariada não foi atendido (ver Apêndice), utilizou-se o método ACP. A ACP considera a variância total dos dados, ao contrário da AFC, cujos fatores são estimados com base na variância comum (FÁVERO et al., 2009, p. 242).

A partir da extração dos fatores é possível mensurar medidas de variabilidade, que pode ser decomposta em três termos: comum, específica e erro. A variância comum é aquela compartilhada entre as variáveis; a variância específica é aquela ligada à variável individual e o termo do erro representa a variância ligada aos fatores aleatórios (HAIR et al., 2009). Uma das mais importantes, para o processo de estimação do modelo de Análise Fatorial é a variância comum, também conhecida como comunalidade. De acordo com Hair et al. (HAIR et al., 2009), a comunalidade (h^2) corresponde a quantia total da variância, que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis incluídas na análise. Ainda segundo os autores, valores inferiores a 0,5 pode ser um indicativo de retirada da variável da análise (HAIR et al., 2009, p. 121). As variáveis podem ser retiradas, ou substituídas por outras e o processo de obtenção de fatores é reiniciado.

Escolhido o número de fatores e o método de extração, é possível estimar as matrizes $L_{p \times m}$ e $\Psi_{p \times p}$, utilizadas para estimar as cargas fatoriais e as variâncias específicas (MINGOTI, 2005). As matrizes $L_{p \times m}$ e $\Psi_{p \times p}$, estimadas via Componentes Principais, utilizado neste trabalho, são da seguinte forma (MINGOTI, 2005, p. 107):

$$\hat{L}_{p \times m} = \left[\sqrt{\hat{\lambda}_1} \hat{e}_1 \quad \sqrt{\hat{\lambda}_2} \hat{e}_2 \quad \dots \quad \sqrt{\hat{\lambda}_m} \hat{e}_m \right] \quad (9)$$

$$\hat{\psi}_{p \times p} = \text{diag}(R_{p \times p} - \hat{L}_{p \times m} \hat{L}'_{p \times m}) \quad (10)$$

Onde:

$\hat{\lambda}_i$: são os autovalores da matriz de covariância;

\hat{e}_i : são autovetores normalizados, correspondentes a cada autovalor;

$$R_{p \times p} = \sum_{i=1}^p \hat{\lambda}_i \hat{e}_i \hat{e}_i'$$

$$\hat{L}\hat{L}' = \sum_{i=1}^m \hat{\lambda}_i \hat{e}_i \hat{e}_i'$$

De acordo com Mingoti (2005) matriz de correlações amostrais é aproximada por $R_{p \times p} \approx \hat{L}_{p \times m} \hat{L}'_{p \times m} + \hat{\Psi}_{p \times m}$ e a matriz residual, proveniente do ajuste do modelo será dada por $MRES = R_{p \times p} - (\hat{L}_{p \times m} \hat{L}'_{p \times m} + \hat{\Psi}_{p \times m})$. A matriz residual poderia servir como um critério de avaliação do ajuste do modelo de Análise Fatorial, em que estaríamos interessados em minimizar o resíduo, contudo, a matriz só corresponde a zero quando m é igual a p , o que não prática não é possível (MINGOTI, 2005, p. 107).

De acordo com Mingoti (2005), em alguns casos, a interpretação dos fatores originais não é tarefa muito fácil, devido à aparição de correlações entre os fatores e as variáveis originais, ou seja, as cargas fatoriais, de grandeza numérica similar e não desprezível, em vários fatores diferentes. Neste caso, a suposição de ortogonalidade entre os fatores é violada, ou seja, independência entre os fatores obtidos não é atendida, havendo a necessidade de utilizar o recurso da transformação ortogonal dos fatores originais, ou seja, rotação dos fatores (HAIR et al., 2009). A rotação ortogonal preserva a orientação original entre os fatores, mantendo-os perpendicularmente após a rotação (MINGOTI, 2005, p. 102). Existem critérios para encontrar a matriz ortogonal, dentre eles destacam-se os critérios *varimax*, *quartimax* e *orthomax*, mas como não foi necessária tal abordagem, o detalhamento destes métodos não será realizado.

Com a identificação dos fatores, pode-se estimar a equação do modelo de Análise Fatorial, Equação (8), anteriormente apresentada, e os respectivos escores²⁴ para cada observação. Estes escores, obtidos para cada fator estimado, podem ser utilizados em outras análises que envolvam outras técnicas estatísticas (MINGOTI, 2005, p. 100), conforme utilizado neste trabalho.

Todo o procedimento desta etapa foi realizado utilizando o *software R*, a partir dos pacotes: *psych* (REVELLE, 2018), *REdaS* (MAIER, 2015) e *MVA* (EVERITT; HOTHORN, 2015).

²⁴ Os escores, segundo Hair et al. (2009), são uma medida composta criada para cada observação, oriunda de cada fator extraído, na análise fatorial.

3.2.2 Análise da dependência espacial

Vários fenômenos sociais possuem correlação com o meio geográfico e para estudar tais fenômenos é importante considerar isso (ALMEIDA, 2012). A dependência espacial, para os casos de indicadores quantitativos, ou seja, variáveis contínuas, pode ser mensurada através do índice de correlação espacial de Moran, o I de Moran. De acordo com Bailey e Gatrell (1995) o índice I de Moran é similar ao coeficiente de correlação de Pearson, pois mensura a correlação, assumindo valores no intervalo entre -1 e 1, mas possibilita mensurar a correlação, não entre duas variáveis, mas na mesma variável, em regiões vizinhas, através de uma matriz de vizinhança pré-determinada. Quando o valor do índice I é estatisticamente nulo ocorre a ausência de correlação espacial. Isto pode ser verificado a partir do teste de hipótese de correlação espacial, que verifica a hipótese de independência espacial, ou seja, correlação igual a zero. Este indicador foi proposto por Moran em 1948 e pode ser definido da seguinte forma (ALMEIDA, 2012, p. 105):

$$I = \frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (11)$$

Onde:

z : é uma variável contínua, com escala de mensuração intervalar ou de razão;

w_{ij} : são elementos de uma matriz quadrada, de vizinhança; e

n : número de observações.

A matriz de vizinhança, que tem o objetivo de representar a estrutura de dependência espacial, atribuída ao conjunto de observações pode ser construída de diversas formas. De acordo com Almeida (2012), as matrizes de vizinhança podem ser: por contiguidade, pela distância geográfica, através de pesos espaciais gerais de Cliff e Ord, de proximidade socioeconômica. Ainda segundo o autor, uma forma de escolher a matriz, pode ser realizada a partir da natureza do fenômeno estudado, disponibilidade e informações e objetivo do estudo.

Como o objetivo deste trabalho é inserir a dependência espacial no método de Análise Fatorial, utilizou-se o par de coordenadas geográficas, o que levou a matriz de vizinhança ser por distância geográfica. Neste caso, parte-se da ideia de que quanto maior a distância entre duas regiões, menor será a interação entre elas. Esta matriz pode ser obtida com base no inverso da distância, a partir dos pontos dos centroides dos polígonos, ou seja, no

par de latitude e longitude que corresponde ao centro da unidade geográfica (ALMEIDA, 2012), neste caso o centro da microrregião.

Para verificar se existe correlação espacial, ou seja, se ela possui significância estatística, é possível testar a hipótese nula de aleatoriedade espacial. Conforme testado por Cliff e Ord em 1981, pode-se comparar o valor de I , ou seja, o índice de Moran e seu valor esperado $-[I/(n-1)]$, correspondente a ausência de padrão espacial nos dados (ALMEIDA, 2012, p. 106). Sob a hipótese de normalidade, ou através de permutações, pode-se verificar se existe aleatoriedade espacial, ou seja, se a correlação é estatisticamente igual a zero (ALMEIDA, 2012).

Identificamos a existência de correlação espacial nas variáveis selecionadas para descrever os distintos padrões de queda da mortalidade infantil, com isso inserimos a dependência espacial na Análise Fatorial. Cabe destacar, que isto ocorreu, em grande medida, devido ao modo de estimação da taxa de mortalidade infantil empregada pelo PNUD, onde as estimativas nos municípios são em função das TMI estaduais, o que refletiu nas microrregiões. Isto foi realizado utilizando o par de coordenadas geográficas, ou seja, a latitude e longitude, que por se tratar de variáveis contínuas, podem ser aplicadas na AF. Isto permitiu inserir a dependência espacial na construção do índice sintético. Em cada microrregião foi extraído o centroide, ou seja, as coordenadas geográficas que determinam o centro do polígono da microrregião.

Para o cálculo do Índice de Moran foi utilizado o *software R*, utilizando o pacote *ape* (PARADIS; SCHLIEP, 2018) e para extração dos centroides o pacote *sp* (PEBESMA; BIVAND, 2005).

3.2.3 Métodos univariados para a estratificação de variáveis contínuas em grupos

Obtivemos apenas um fator na criação do índice sintético para modelar os distintos padrões de queda da mortalidade infantil (ver p. 97), portanto, foi utilizado um método univariado para agrupamentos. Isto permitiu estratificar o índice sintético em grupos e representá-lo através de mapas. Os grupos, por hipótese, devem ser heterogêneos entre si e os indivíduos pertencentes a cada grupo, homogêneos entre si. Em geral, os métodos utilizados para tal finalidade são empregados para criação de categorias em mapas temáticos (mapas coropléticos), que possibilitam estratificar variáveis contínuas (ARMSTRONG; XIAO; BENNETT, 2003). Os métodos mais comuns para tal finalidade são: quantil, desvio padrão, Jenks, k-médias e cluster hierárquico; todos aplicáveis em forma de algoritmos, por Bivand (2019) a partir do *software R*.

O método de quantis consiste em particionar a variável de interesse, após sua ordenação crescente, em n grupos de igual quantidade (BUSSAB; MORETTIN, 2006). As partições mais comuns, utilizada em mapas, são em quatro grupos, formando os quartis, ou em cinco, formando quintis. O método do desvio padrão se baseia na distribuição de probabilidade da variável de interesse, realizando sua partição de acordo com o número de desvios padrões da distribuição (BIVAND, 2019). O método Jenks, também conhecido como quebras naturais, tem o objetivo de identificar classes homogêneas, no que diz respeito as observações internas de cada grupo e heterogêneas entre os grupos formados si, encontrando de forma iterativa pausas naturais, obtendo grupos que minimizem a variância entre classes obtidas (ARMSTRONG; XIAO; BENNETT, 2003). Os métodos k-médias e cluster hierárquico são técnicas estatísticas de análise multivariada (HAIR et al., 2009) que foram implementadas por Bivand (2019), para obter classes em mapas, de variáveis contínuas. As técnicas consistem, em separar a variáveis quantitativas em grupos a partir da matriz de distâncias do conjunto de dados (MINGOTI, 2005).

No algoritmo proposto por Bivand (2019), deve-se informar o número de grupos e o método desejado, e o usuário receberá o resultado da estratificação. Para avaliar a melhor forma de partição a ser utilizado para representação de mapas temáticos, pode-se utilizar o indicador que representa a medida de bondade de ajuste de variância, também conhecido como GVF (*Goodness of Variance Fit Measure*). O indicador tem o objetivo de mensurar o grau de homogeneidade dentro das classes obtidas, para identificar o número ótimo de grupos (ARMSTRONG; XIAO; BENNETT, 2003). Quando maior o valor de GVF, melhor é a qualidade do ajuste dos grupos obtidos. Sua mensuração pode ser realizada da seguinte forma (ARMSTRONG; XIAO; BENNETT, 2003, p. 600):

$$GVF = 1 - \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{N_j} (z_{ij} - \bar{z}_j)^2}{\sum_{i=1}^N (z_i - \bar{z}_j)^2} \quad (12)$$

Onde:

z_i : corresponde ao i -ésimo valor da variável de interesse, de um total de N valores;

e

k : corresponde ao número de classes obtidas, de índice j ;

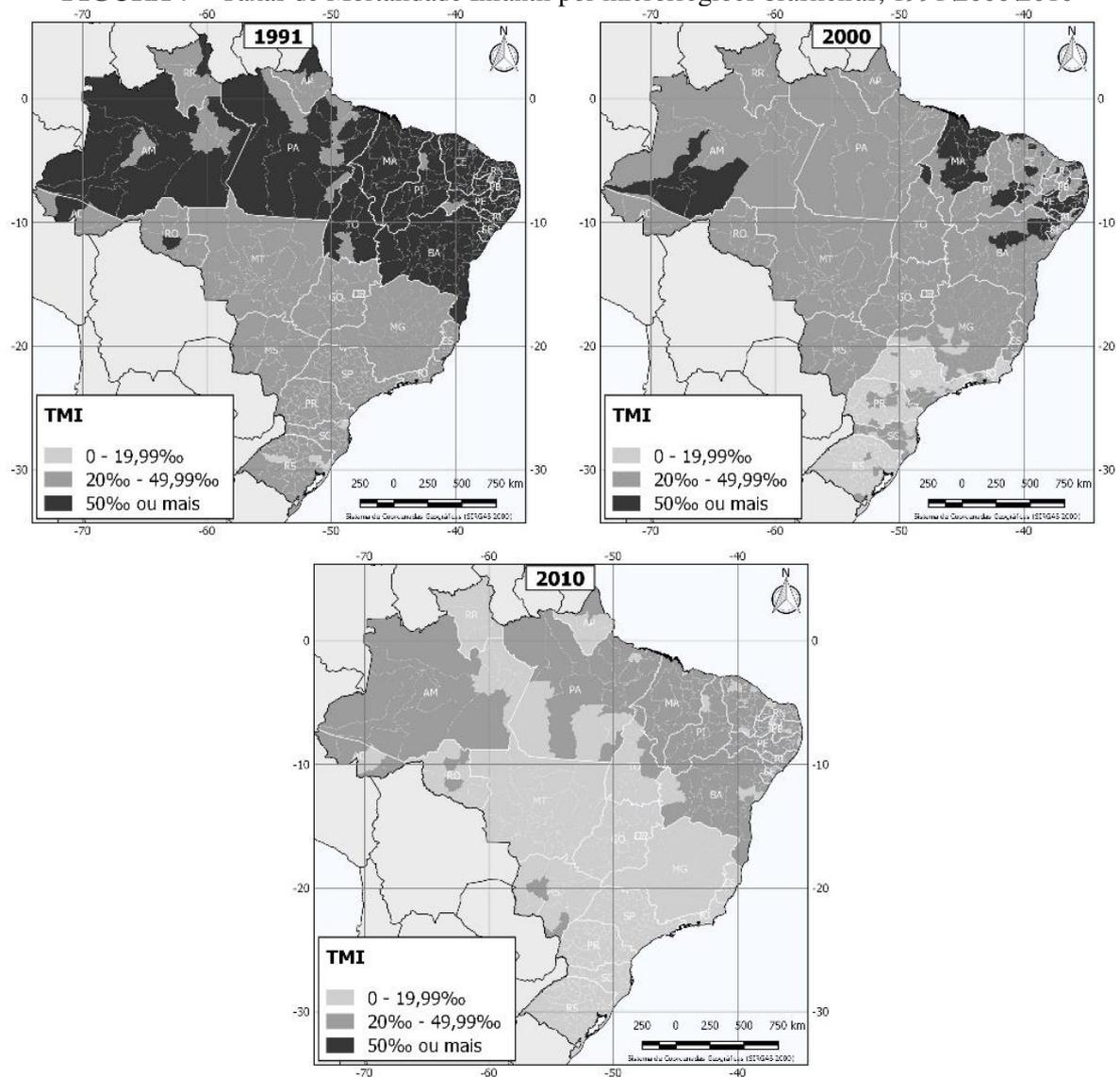
Todo o procedimento realizado nesta etapa foi a partir do pacote do *software R* intitulado o *classInt* proposto por Bivand (2019).

3.3 Análise descritiva da queda da Taxa de Mortalidade Infantil nos anos de 1991, 2000 e 2010

A partir das estimativas de taxa de mortalidade infantil apresentadas no Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013 e reorganizadas para o nível de microrregiões, nos anos de 1991, 2000 e 2010, apresentadas no Capítulo 2, foi possível analisar o comportamento da queda da mortalidade infantil.

De acordo com a FIGURA 7, é possível observar que a redução, no período entre 1991 e 2010, ocorre no sentido Sul-Norte. Em 1991, um número muito reduzido de microrregiões, todas pertencentes do Sul do país, registravam baixa taxa de mortalidade infantil, com valor inferior a 20‰ nascidos vivos. Em 2000, este número passa a ser mais expressivo, ocupando grande parte da região Sul e quase a totalidade do estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Cabe destacar, que em 2000 quase a totalidade do Maranhão e Pernambuco apresentavam microrregiões com TMI alta (50‰ ou mais). Já em 2010, observa-se que não existem mais microrregiões com valores tão altos. Contudo, persistem taxas entre 20‰ e 50‰ em grande parte das regiões Norte e Nordeste. São nas regiões Norte e Nordeste, sobretudo no semiárido brasileiro, que ainda persistem altas TMI. São justamente, estas regiões que obtiveram maior queda do indicador no período 1991/2010, principalmente em função dos altos valores registrados em 1991.

FIGURA 7 – Taxas de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: Categorias de legendas escolhidas de acordo com o Ministério da Saúde – MS (ver SIMÕES, 2001).

Outro aspecto importante para compreender a queda da mortalidade infantil no Brasil é a análise de sua variabilidade e heterogeneidade regional. Ao analisar este aspecto, através de medidas resumo e recursos gráficos, é possível verificar grande variabilidade entre microrregiões (TABELA 7, GRÁFICO 9 e GRÁFICO 10) e grande heterogeneidade regional (FIGURA 7), ao longo dos anos.

Por se tratar de distribuições assimétricas (TABELA 7, GRÁFICO 9 e GRÁFICO 10), destaca-se que a mediana da TMI melhor resume os dados no âmbito nacional. Esta variou de 39,06 em 1991, para 16,80 óbitos a cada mil nascidos vivos em 2010. Em 1991 a microrregião Sapé, situada no estado da Paraíba, apresentava a maior TMI do período,

102,72. Em 2010, a microrregião Serrana do Sertão Alagoano em Alagoas, correspondia a maior taxa do país (36,99). Este período de 20 anos foi marcado por grande redução também da variabilidade das taxas de mortalidade infantil por microrregiões (GRÁFICO 9), observação não só no país, mas em todas as Grandes Regiões. A segmentação da análise por Grandes Regiões, ajuda a reduzir ainda mais a variabilidade da TMI por microrregiões, indicando a importância da análise em maior desagregação geográfica.

No país o desvio padrão da TMI, passou de 21,5 em 1991, para 6,13 óbitos, ou seja, em 1991 a variação das microrregiões, em relação à média nacional, diminuiu. A média nacional da TMI passou de, aproximadamente, 47 para 19 óbitos de menores de 1 ano a cada mil nascidos vivos entre 1991 e 2010, resultando em diminuição dos coeficientes de variação (CV) de 46% a 32% no mesmo período. Partindo da estratificação por Grande Regiões, a região com maior variabilidade no período foi a Nordeste. A região em 1991, tinha uma dispersão 12,85 óbitos em relação a sua média da taxa de mortalidade infantil de 72,62, com CV igual a 18%. Em 2010, o desvio padrão passou para 4,32 óbitos em relação à média da TMI de 25,54 óbitos por 1000 nascidos vivos, mantendo o CV quase constante, igual a 17%. O Nordeste também foi responsável pelas maiores medianas no período, 72,15, 47,14 e 25,25, relativos aos anos de 1991, 2000 e 2010, respectivamente. Por outro lado, a região Sul apresentou os menores índices, 26,70, 18,62 e 12,48, respectivamente, apresentando menor variabilidade se comparada com a distribuição de microrregiões do Nordeste (ver GRÁFICO 9), e de todas as demais em 2010, quando o menor CV, igual a 19%, contra os observados para o Brasil (33%), Norte e Nordeste (17%), Sudeste e Centro-Oeste (13%). Cabe ressaltar, que apenas no ano de 1991, o Sudeste registrou um desvio padrão menor que a região Sul (TABELA 7). Outro ponto importante, apesar do Centro-Oeste ter apresentado os menores desvios padrões, no período analisado, suas medianas foram superiores às daquelas das regiões Sul e Sudeste.

Inspecionar a assimetria das distribuições, em cada ano e por cada uma das grandes regiões, também ajuda a revelar o quão heterogêneo está sendo o processo de redução da mortalidade infantil. De forma geral, em todos os anos analisados, o Brasil apresentou assimetria positiva, indicando que existia maior concentração de microrregiões com taxas de mortalidade infantil à esquerda da mediana, ou seja, existia maior concentração de microrregiões com valores mais baixos de TMI (TABELA 7). Isto se repete nas demais regiões, apenas no Nordeste o processo se inverte. Nesta região, a assimetria foi negativa, porém mais próxima de zero, em todos os casos, indicando uma tendência de maior concentração de microrregiões com elevados níveis de mortalidade infantil. O GRÁFICO 9

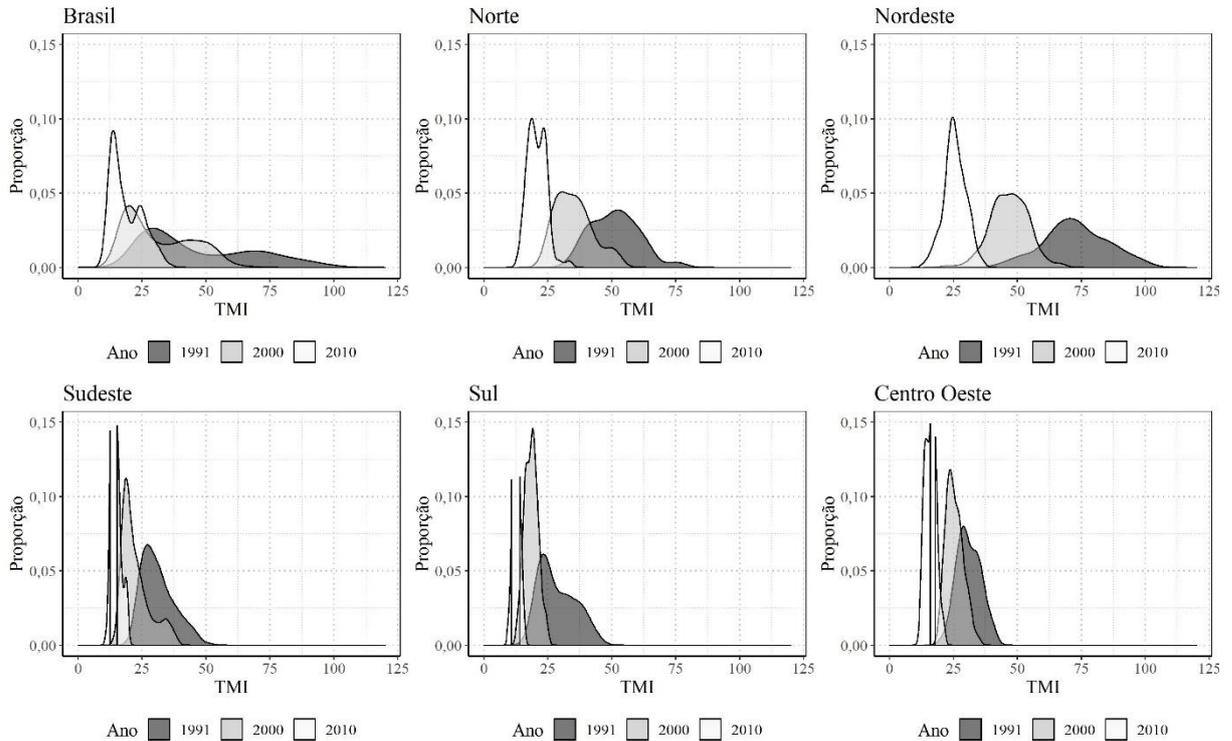
ajuda a visualizar melhor estes achados e corrobora para identificar que o processo de redução da mortalidade infantil ocorre de forma acelerada na região Nordeste, pois a sobreposição das curvas entre os anos, foi menos intensa que nas demais grandes regiões. Esta é uma região que historicamente apresentou as maiores taxas de mortalidade infantil do país (CARVALHO, 1974; CARVALHO; SAYWER, 1978; CARVALHO; WOOD, 1978; SIMÕES, 2001) e que conseguiu grande redução, porém ainda com níveis elevados em algumas localidades (CASTRO; SIMÕES, 2009).

TABELA 7 – Medidas resumo da distribuição da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões, Brasil e Grandes Regiões, 1991\2000\2010

Unidade Geográfica	Ano	N	Mín.	Mediana	Média	Máx.	Desvio padrão	Assimetria	Coef. de Variação (%)
Brasil	1991	558	17,73	39,06	47,02	102,72	21,50	0,65	45,73
	2000	558	13,39	27,64	31,76	67,28	13,09	0,52	41,22
	2010	558	9,34	16,80	18,76	36,99	6,13	0,70	32,68
Norte	1991	64	33,77	51,23	51,27	76,41	9,24	0,35	18,02
	2000	64	24,96	34,55	35,34	52,28	7,24	0,63	20,49
	2010	64	14,25	20,15	20,77	33,36	3,61	0,64	17,38
Nordeste	1991	188	30,16	72,15	72,62	102,72	12,85	-0,12	17,69
	2000	188	21,53	47,14	46,85	67,28	7,39	-0,12	15,77
	2010	188	13,28	25,25	25,54	36,99	4,32	-0,07	16,91
Sudeste	1991	160	20,98	29,94	31,22	50,80	6,30	0,76	20,18
	2000	160	15,76	20,54	22,47	37,73	5,47	1,18	24,34
	2010	160	10,91	14,12	14,55	19,68	1,82	0,92	12,51
Sul	1991	94	17,73	26,70	28,72	45,15	7,05	0,50	24,55
	2000	94	13,39	18,62	18,51	24,66	2,55	0,17	13,78
	2010	94	9,34	12,48	12,54	16,04	1,23	0,30	9,81
Centro-Oeste	1991	52	20,87	30,13	30,97	40,49	4,54	0,15	14,66
	2000	52	20,37	24,71	25,40	34,27	3,24	0,54	12,76
	2010	52	12,50	16,17	16,00	20,80	2,07	0,21	12,94

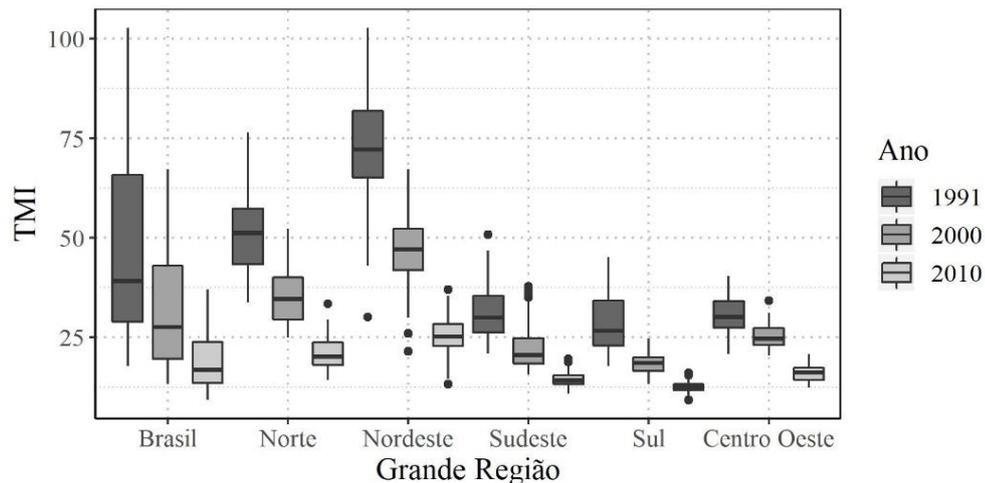
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

GRÁFICO 7 – Curvas de densidade da distribuição da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões, Brasil e Grandes Regiões, 1991\2000\2010



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

GRÁFICO 8 – *Boxplots* da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões, Brasil e Grandes Regiões, 1991\2000\2010



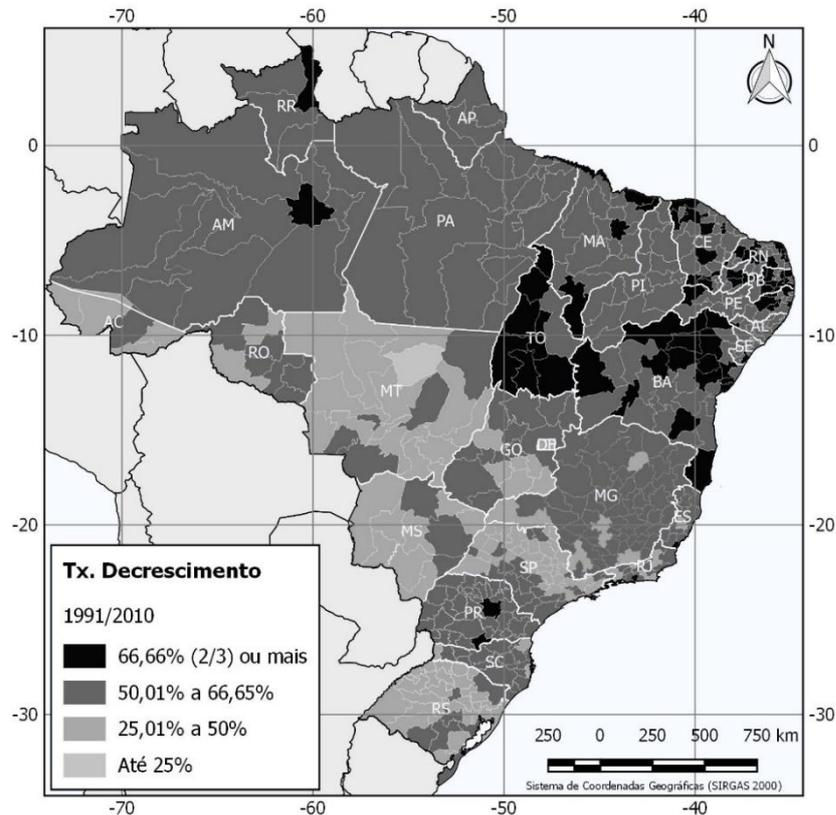
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Estas evidências encontradas nesta breve análise descritiva da queda da TMI, corroboram para constatar que existe heterogeneidade no processo de queda da mortalidade infantil por microrregiões, o que continuará a ser estudado na próxima seção.

3.4 O processo de queda da mortalidade infantil está ocorrendo de forma heterogênea regionalmente no país?

Conforme é possível observar na FIGURA 8, poucas microrregiões conseguiram redução na mortalidade infantil maior que 2/3 no período entre 1991 e 2010. Este valor de 2/3 é o utilizado na Meta do Milênio de redução da mortalidade na infância, que foi alcançado pelo país antes de 2015. Na análise para TMI em microrregiões, apenas um número reduzido de localidades teria alcançado tal meta, caso ela fosse estabelecida para a TMI. Observa-se que isto ocorreu em grande parte nas microrregiões situadas no Nordeste do país e no estado do Tocantins. Estas microrregiões se situavam em localidades que registravam as maiores TMI do país em 1991. Neste sentido, elas estariam mais facilmente passíveis de redução, o que implicaria em maiores taxas de decrescimento. Altas taxas de mortalidade infantil podem ser mais facilmente reduzidas, pois ações menos onerosas podem ser implementadas e atingir bons resultados, como a promoção de noções de assepsia e maior higiene, outras medidas, mais onerosas, também geram grande impacto, como ampliar o acesso à água potável, promover melhores condições sanitárias e melhor nutrição (MOSLEY; CHEN, 1984). Além, é claro da importância de assistência média às mães, na gestão e para a criança após o seu nascimento, sobretudo para redução da influência de causas endógenas na mortalidade dos bebês. Cabe ressaltar que a análise realizada foi apenas um recurso analítico, caso metas de redução da TMI fossem estabelecidas, tomando como base a meta nacional para mortalidade na infância.

FIGURA 8 – Taxa de decrescimento no período entre 1991 e 2010 da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras



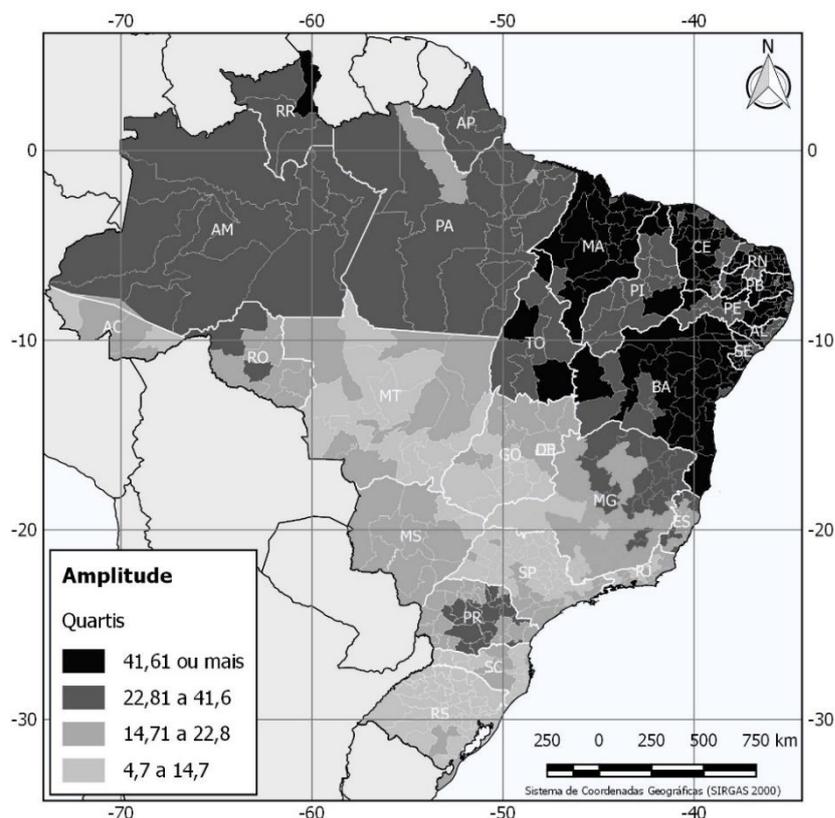
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: A análise descritiva deste indicador encontra-se no Apêndice.

A análise puramente da taxa de decrescimento, sofre a influência do patamar em que a taxa de mortalidade infantil estava em 1991 (anteriormente apresentado na FIGURA 7) e da amplitude alcançada na redução no período entre 2010 a 1991 (FIGURA 9). O controle destes dois fatores, patamar inicial, expresso pela TMI de 1991 e amplitude de redução no período, ou seja, a diferença entre a TMI de 2010 e 1991, é importante para estratificar localidades que tiveram grande redução, em contextos de alta mortalidade infantil em 1991 daquelas que já estavam com mortalidade mediana, ou até mesmo baixa, mas que tiveram resultado similar no indicador de decrescimento.

As maiores amplitudes ocorreram nas microrregiões do Nordeste do país, que se enquadraram, em grande parte, em valores acima do terceiro quartil da distribuição (41,61). De forma geral, é possível notar que o padrão espacial deste indicador é bastante próximo da taxa de decrescimento (FIGURA 8) e visualmente, contribui pouco para ajudar a explicar a redução da TMI.

FIGURA 9 – Diferença em módulo da Taxa de Mortalidade Infantil em 2010 e 1991 por microrregiões brasileiras



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: A análise descritiva deste indicador encontra-se no Apêndice.

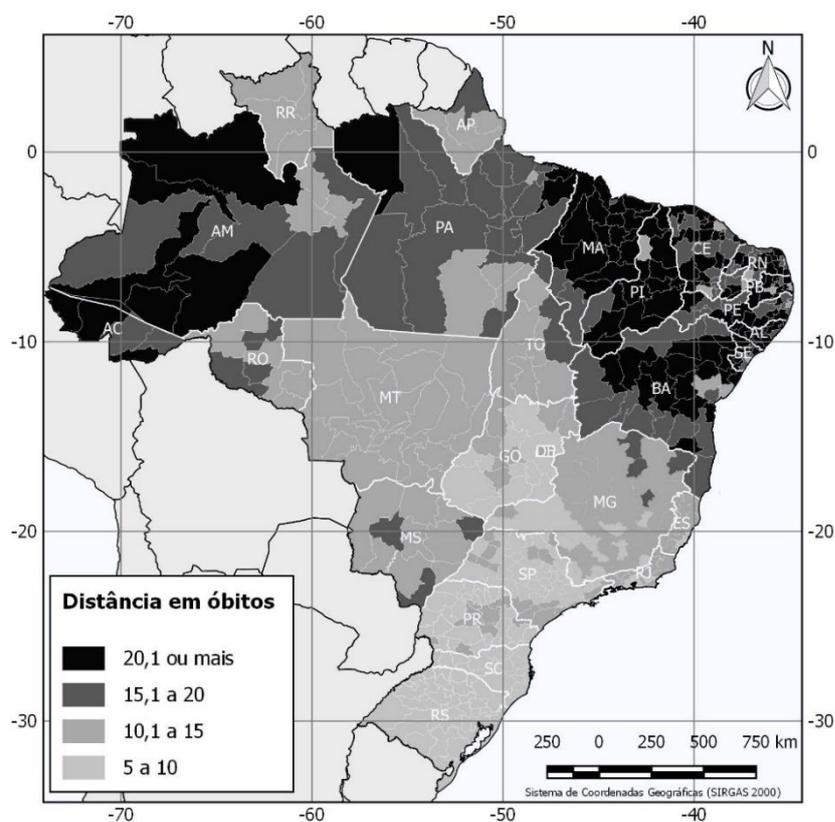
Outro indicador importante para analisar o padrão de queda da TMI, é a distância que a TMI em 2010 está de um valor específico, que represente uma baixa TMI, ou seja, uma TMI ideal de ser atingida. Um valor baixo de TMI pode ser aquele obtido por países desenvolvidos, em que a taxa de mortalidade infantil, é composta majoritariamente por óbitos ocasionados por causas não evitáveis. De acordo com dados da ONU, em 2010, a Islândia possuía a menor TMI do mundo, cerca de 2 óbitos a cada mil nascidos vivos. Já a média dos países pertencentes à União Europeia correspondia a cerca de 4 óbitos a cada mil nascidos vivos. A média de alguns países selecionados, também correspondia a um valor próximo de 4, portanto este foi o valor escolhido como meta de alcance a ser atingida pelo Brasil²⁵.

Esta distância do valor 4 óbitos de menores de um ano a cada mil nascidos vivos, expressa potencialmente o quanto cada microrregião ainda pode reduzir sua TMI. Este indicador apresentado na FIGURA 10, ajuda a refinar a análise do decréscimo da TMI no

²⁵ De acordo com dados de taxa de mortalidade infantil, estimadas pela ONU, em 2010, o Japão possuía 2,4, Suécia 2,5, Espanha 3,1, Portugal 3,1, Grécia 3,2, Itália 3, Alemanha 3,5, França 3,5, Holanda 3,7, Reino Unido 4,4, Cuba 4,6 e Canadá 4,9.

período 1991/2010, mostrando o longo percurso que as microrregiões brasileiras ainda precisam percorrer para reduzir a mortalidade infantil. A microrregião que apresentou a menor TMI em 2010 foi Blumenau, pertencente ao estado de Santa Catarina, que ainda teria que reduzir cerca de 5 óbitos em mil para chegar ao patamar de TMI igual a 4. Outra questão importante, é que algumas localidades do Nordeste obtiveram grande redução na TMI, mas ainda possuem um longo caminho de combate a mortes infantis por causas evitáveis. O estado do Tocantins, além de apresentar microrregiões com grande decréscimo de mortalidade infantil, situa-se, em grande parte na segunda faixa de potencial de redução de TMI, de 10 a 15 óbitos infantis para alcançar a TMI em torno de 4. Outro destaque é para o Paraná, que teve redução da TMI em torno de 50% e em 2010 suas microrregiões apresentam TMI mais próximas de 4.

FIGURA 10 – Distância em óbitos da Taxa de Mortalidade Infantil em 2010 e a de países nos quais as causas não evitáveis são residuais (TMI=4) por microrregiões brasileiras



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: A análise descritiva deste indicador encontra-se no Apêndice.

Estes quatro indicadores ajudam a refinar a análise de padrões de queda da TMI e poderiam ser considerados *proxy* dos parâmetros e estatísticas que poderiam ser estimados a

partir da curva logística. A escolha destes indicadores leva em conta, o decréscimo da TMI, expresso pela taxa de decréscimo entre 1991 e 2010, o patamar inicial do decréscimo, ou seja, a TMI em 1991, a amplitude percorrida no período entre 1991 e 2010, ou seja, a diferença entre a TMI de 2010 e 1991 e o quanto ainda a TMI potencialmente pode reduzir, expresso pela diferença entre a TMI de 2010 e o valor da TMI ideal, 4. Estes indicadores são importantes medidas que ajudam a resumir o padrão de queda da TMI e podem ser considerados *proxy* dos parâmetros e medidas derivadas de uma curva logística²⁶.

Os quatro indicadores possuem correlação positiva entre si, contudo a taxa de decréscimo no período 2010/1991 e o potencial de queda, ou seja, a distância do valor da TMI em 2010 e a TMI igual a 4, apresentaram a menor correlação, dentre todas as correlações de pares de variáveis possíveis (TABELA 8). Isto indica que nem sempre uma forte queda da TMI corresponde a uma grande distância de uma TMI ideal. Isto não necessariamente é um fator negativo, pois existem microrregiões que tiveram grande decréscimo, mas que já estão mais próximas de uma TMI ideal.

TABELA 8 – Matriz de correlação de Pearson dos indicadores relacionados a queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões no período entre 1991 e 2010

Indicador	Tx. de Decresc.	TMI 1991	Amplitude	Dist. para TMI ideal
Tx. de Decresc.	1	0,75	0,82	0,49
TMI 1991	0,75	1	0,99	0,92
Amplitude	0,82	0,99	1	0,86
Dist. para TMI ideal	0,49	0,92	0,86	1

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Outro fator importante é a dependência espacial, ou seja, a correlação espacial, do indicador com o valor de seus vizinhos. Para isto, foram consideradas as coordenadas geográficas, que possibilitam expressar a dependência espacial e são variáveis contínuas, que podem ser utilizadas em métodos multivariados. De acordo com a TABELA 9 foi possível identificar que todas as variáveis possuem forte correlação espacial. Em grande medida, isto ocorreu devido a metodologia empregada pelo PNUD para a estimação da TMI, que carrega a

²⁶ As curvas logísticas ou de Gompertz podem ter diferentes parametrizações, apresentando características específicas, como assíntota inferior e/ou superior pré-definida, a angulação da queda, a amplitude entre as assíntotas e o ponto de inflexão da distribuição.

informação estadual do nível da mortalidade infantil para os municípios, e conseqüentemente para as microrregiões. A correlação foi significativa a um nível de 5% de significância em todos os casos, ou seja, foi rejeitada a hipótese de autocorrelação espacial nula, o que levou a identificação de existência de dependência espacial em todas as variáveis. Isto demonstra a importância de se considerar a estrutura de dependência espacial na identificação de agrupamentos de padrões de queda. Além disso, a correlação espacial, em todos os casos, foi positiva, indicando que existe uma tendência de valores altos das variáveis, serem cercados de valores regionais de vizinhos também altos.

TABELA 9 – Correlação Espacial dos indicadores relacionados a queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões no período entre 1991 e 2010

Indicador	P
Tx. de Decresc.	0,28***
TMI 1991	0,47***
Amplitude	0,45***
Dist. para TMI ideal	0,44***

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: *** p-valor até 0,001, ** p-valor até 0,01, * p-valor até 0,05, “.” p-valor até 0,1 e vazio para não significativo.

Devido à alta correlação entre as variáveis selecionadas (TABELA 8), optou-se por utilizar o método de análise multivariada conhecido como Análise Fatorial, conforme detalhado na seção de metodologia. O método foi aplicado considerando as quatro variáveis listadas e conforme já mencionado, os pares de coordenadas geográficas (latitude e longitude), que possibilita inserir o efeito de dependência espacial, comprovado na TABELA 9. Além disso, as coordenadas geográficas são variáveis contínuas, que podem ser empregadas no método de análise multivariada escolhido, incorporando efeitos espaciais.

Inicialmente não foi possível mensurar a estatística KMO. Isto ocorreu devido ao fato da matriz de correlação das variáveis não ser inversível, por se tratar de uma matriz singular, na qual uma ou mais variáveis é combinação linear das demais. Inspeccionando a matriz de correlações (TABELA 8), pode-se observar que o problema de invertibilidade, provavelmente deveu-se pelo fato da existência de relação linear quase perfeita entre o patamar inicial (TMI 1991) e a amplitude de queda da TMI, no período entre 1991 e 2010, que a correlação foi muito próxima de 1 (TABELA 8). Desta forma, optou-se pela retirada da Amplitude da análise, ao invés do Patamar Inicial. O motivo desta escolha foi devido a identificação direta do valor da TMI, que o Patamar Inicial proporciona e que facilita a interpretação de resultados.

Ao retirar a Amplitude da análise o KMO passou a ser o valor 0,61. Por ser um valor maior que 0,5, é aceitável a utilização do método de Análise Fatorial, conforme apresentado na TABELA 6, na p. 78. Além disso, os critérios de MSA foram muito próximos ou superiores a 0,5, indicando a não exclusão de nenhuma variável da análise. Os valores foram os seguintes: Taxa de Decrescimento 0,49, TMI 1991 0,58, Dist. para TMI ideal 0,53, Longitude 0,90 e Latitude 0,92.

A partir da matriz de correlação, das variáveis padronizadas selecionadas, mensurou-se os autovalores, resultando nos valores: 3,4, 0,8, 0,5, 0,3 e ≈ 0 . Neste caso, apenas um autovalor foi maior que 1, ou seja, pelo método da raiz latente o número de fatores seria um. A extração de um único fator correspondeu a 69% da variação total explicada, ou seja, maior que 60%, indicando ser adequada a utilização de um fator na análise fatorial.

Utilizando um fator (TABELA 10), as cargas fatoriais ficaram bem distribuídas, todas superiores a 0,6, indicando não ser necessário a utilização de rotação dos fatores. As comunalidades estimadas indicaram que o ajuste foi satisfatório, quase todas foram superiores a 0,5, exceto a longitude, que foi 0,39 (TABELA 10). Isto poderia indicar a sua retirada da análise, mas devido ao KMO adequado, as cargas fatoriais bem distribuídas e principalmente, devido a importância da variável na análise, pois ela, juntamente com a latitude, permite incorporar o efeito espacial no estudo da queda da mortalidade infantil, optou-se por não retirá-la da análise.

TABELA 10 – Cargas fatoriais (l) e comunalidades (h^2) de indicadores de coordenadas geográficas e relacionados a queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões no período entre 1991 e 2010

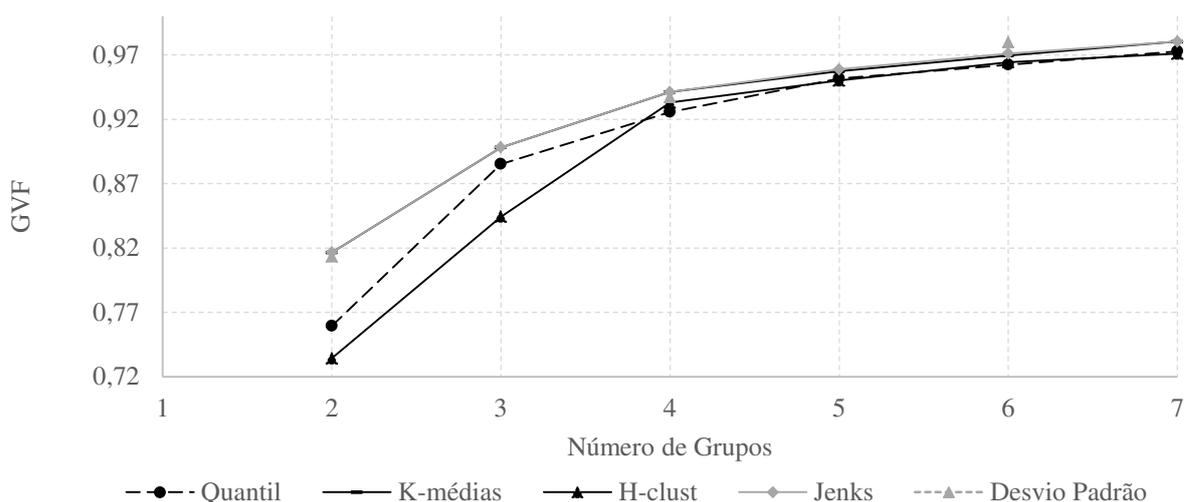
Indicador	l	h^2
Tx. de Decresc.	0,78	0,61
TMI 1991	0,98	0,95
Dist. para TMI ideal	0,89	0,80
Longitude	0,62	0,39
Latitude	0,83	0,68

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Para elaboração do mapa do processo de queda da mortalidade infantil, a partir dos escores obtidos na Análise Fatorial, foi necessário estratificar o índice sintético em grupos. Para isto, foi mensurada a medida de bondade de ajuste de variância, que tem o objetivo de mensurar o grau de homogeneidade dentro das classes obtidas, variando o método de extração e o número de grupos. Isto permitiu identificar o número ótimo de grupos, de acordo com os métodos selecionados, verificando o maior valor de GVF . De acordo com o

GRÁFICO 9, a partir de cinco grupos, o *GVF* passa a ter pouco ganho, indicando que uma escolha parcimoniosa estaria em cinco grupos. Os métodos de Jenks e k-médias apresentaram os mais altos valores de *GVF*, contudo foram aproximadamente iguais. Suas distribuições espaciais foram muito parecidas (ver Apêndice), contudo o número de microrregiões em cada grupo foi diferenciado. Levando em consideração este aspecto, optou-se por eleger o método de Jenks, que resultou em grupos mais balanceados numericamente.

GRÁFICO 9 – Medida de bondade de ajuste de variância, para identificar o número ótimo de grupos, de acordo com métodos selecionados



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Notas: O método do desvio padrão apresentou estimativas apenas para 3 e 5 grupos.

Para a caracterização dos grupos e sua nomeação, foram mensuradas as médias de cada uma das variáveis de padrões de queda e das variáveis de coordenadas geográficas, de acordo com cada classe obtida (TABELA 11). O resultado obtido indicou existir uma tendência ordinal, ou seja, cada grupo apresentou médias menores que grupo subsequente. Isto levou a nomeação “ordinal” dos grupos, caracterizando-os de acordo com o processo de queda da mortalidade infantil. O grupo 1, intitulado de “Avançado”, apresentou 116 microrregiões, e correspondeu ao grupo com as menores médias. O grupo possui o menor patamar inicial (TMI em 1991), a menor taxa de decrescimento e a menor distância para a TMI ideal. Isto levou a identificá-lo como o grupo de microrregiões que estão em um processo mais avançado de queda da mortalidade infantil, no contexto brasileiro. Por outro lado, o grupo 5, intitulado de “Atrasado”, apresentou 107 microrregiões e correspondeu ao grupo com as maiores médias, em todas as variáveis, correspondendo ao grupo de microrregiões em um estágio mais atrasado no processo de queda da mortalidade infantil. Os

grupos intermediários tiveram características em ordem crescente, seguindo o padrão dos grupos anteriores.

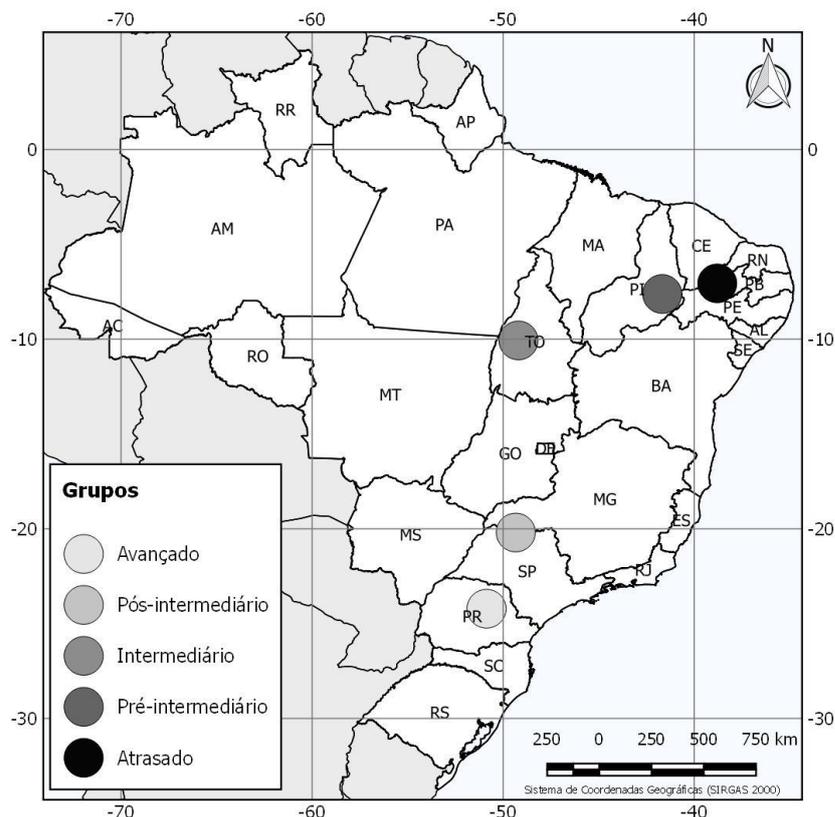
TABELA 11 – Médias de variáveis selecionadas para análise da queda da Taxa de Mortalidade Infantil no período entre 1991 e 2010, de acordo com os grupos obtidos

Grupos	TMI 1991	Tx. de Decresc.	Dist. para TMI ideal	Longitude	Latitude
1 – Avançado (n=116)	24,54	46,68	9,02	-50,87	-24,22
2 – Pós-intermediário (n=175)	33,19	54,64	10,98	-49,34	-20,20
3 – Intermediário (n=71)	46,84	59,86	14,75	-49,20	-10,07
4 – Pré-intermediário (n=89)	62,89	63,15	19,04	-41,67	-7,62
5 – Atrasado (n=107)	80,95	65,77	23,64	-38,79	-7,06

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

No que tange as variáveis de coordenadas geográficas, ao analisarmos o par de latitude e longitude, é possível identificar uma tendência, no sentido nordeste/sudoeste, em relação ao grupo de microrregiões mais atrasadas, até o grupo de microrregiões mais avançadas no processo de queda da mortalidade infantil, situadas mais ao sul do país (FIGURA 11).

FIGURA 11 – Coordenadas geográficas dos grupos de padrões de queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991/2010

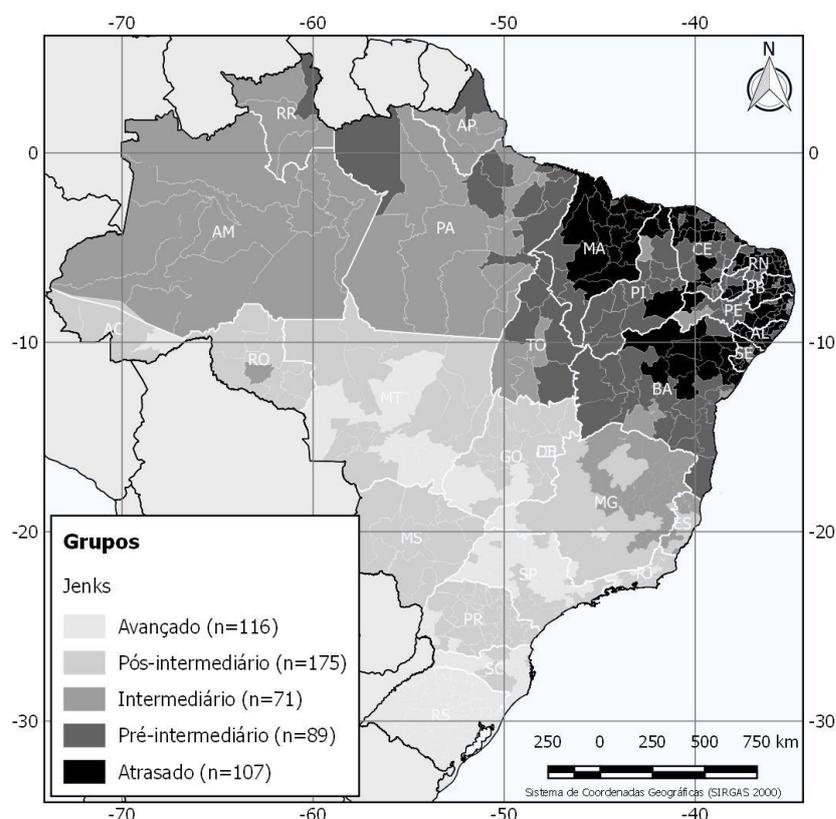


Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

A FIGURA 12 apresenta a distribuição dos cinco grupos obtidos, levando em consideração a nomeação criada, em que é possível notar padrões regionais claros em certas regiões. As microrregiões do grupo “Avançado” no processo de queda da mortalidade infantil, foram localizadas, em grande medida, na totalidade do Rio Grande do Sul, grande parte de Santa Catarina e em uma faixa que vai do sudeste ao oeste do país, indo de grande parte de São Paulo em direção a Goiás e Mato Grosso, região de expansão da fronteira agrícola. O grupo “Pós Intermediário” é marcado pelas demais microrregiões das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país e parte dos estados de Rondônia e Acre, exceto pelo norte de Minas Gerais e boa parte do Espírito Santo, já situadas no grupo intermediário. O “Grupo Intermediário” é composto em sua maioria, pelos estados restantes da região Norte do país, com algumas microrregiões isoladas já pertencendo ao grupo “Intermediário Atrasado”. Adicionalmente ao grupo intermediário, microrregiões do centro e sudoeste do Tocantins e algumas microrregiões isoladas do Nordeste Brasileiro. O grupo Pré-Intermediário é formado pelo restante do Tocantins, algumas microrregiões do Pará, Roraima, Amapá, grande parte do Piauí, Ceará, Pernambuco e Bahia, e algumas microrregiões espalhadas pelos outros estados

do Nordeste. O grupo mais atrasado no processo de queda da TMI foi todo situado no Nordeste Brasileiro, principalmente no Maranhão, Alagoas, Sergipe, Rio Grande do Norte e norte da Bahia.

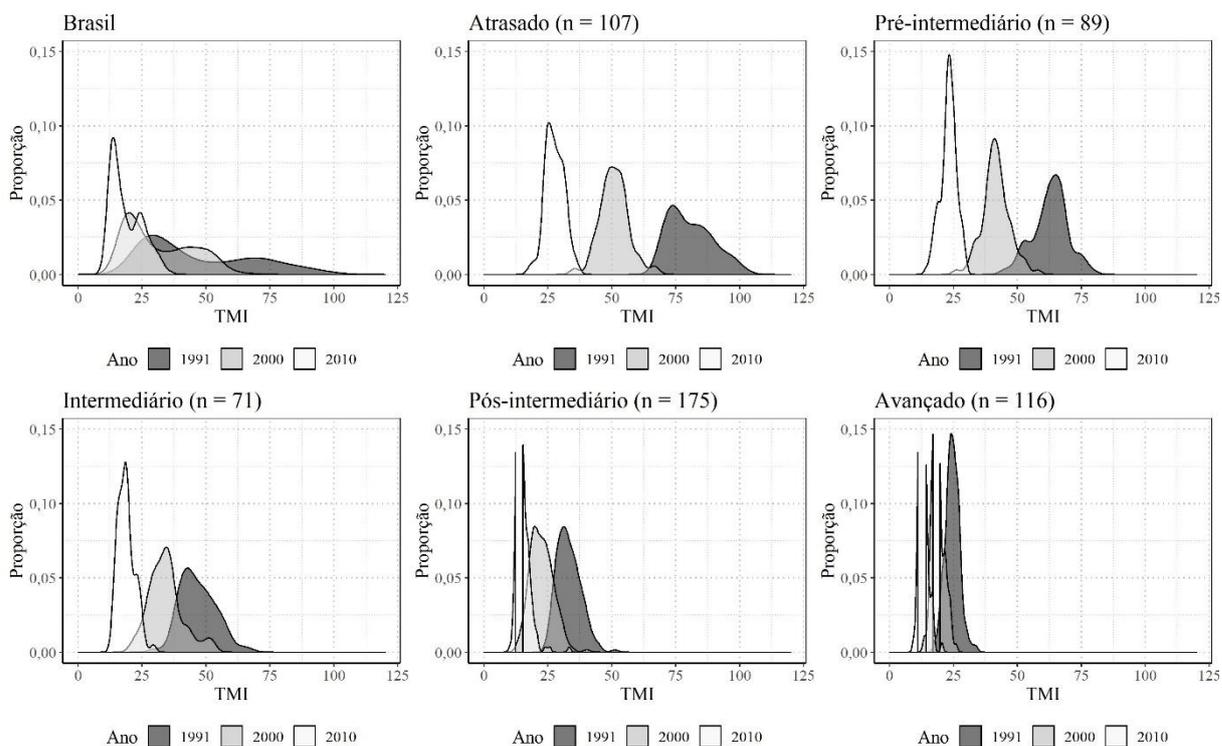
FIGURA 12 – Padrões de queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, 1991/2010



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Assim como anteriormente apresentado no GRÁFICO 9, que retratava as Grandes Regiões, o GRÁFICO 10 apresenta a distribuição da taxa de mortalidade infantil, por ano e Grupos de Padrões de Queda. Nos grupos mais “atrasados”, até o grupo intermediário, que marcou basicamente as Regiões Nordeste, Norte e o extremo norte das regiões Centro-Oeste e Sudeste do país, apesar de registrarem as mortalidades infantis mais altas do país, nota-se que houve grande redução do indicador ao longo do tempo. Nos grupos mais “avançados” no processo de queda da mortalidade infantil, os ganhos são menores, devido ao patamar inicial já ser correspondente aos mais baixos do país.

GRÁFICO 10 – Curvas de densidade da distribuição da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões, Brasil e Grupos de Padrões de Queda, 1991\2000\2010



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

3.5 Discussão

O período analisado correspondeu a duas décadas, englobando os anos censitários de 1991, 2000 e 2010, no qual foram utilizadas as TMIs, estimadas no Capítulo 2, obtidas a partir do Atlas do Desenvolvimento Humano. Tais informações permitiram estudar o processo de queda da mortalidade infantil por microrregiões no Brasil, em que foi possível observar intensa redução do indicador. Contudo, isto ocorreu de forma distinta entre as microrregiões, havendo forte relação regional. Apesar do último ano analisado, 2010 não apresentar mais nenhuma microrregião com mortalidade infantil alta (acima de 50 ‰), algumas localidades ainda possuem valores altos, levando em consideração o contexto sul-americano, em torno de 35 óbitos de menores de um ano a cada mil nascidos vivos. Em grande parte, as microrregiões que ainda possuem valores altos situam-se nas regiões Norte e Nordeste do país.

Apesar de terem sido utilizados métodos não inferenciais neste capítulo, as análises descritivas, por meio de gráficos, medidas resumo e a análise multivariada realizada, permitiram identificar que o processo de queda da mortalidade infantil no país ocorre de forma bastante heterogênea para as 558 microrregiões. Foram identificados distintos padrões de queda da mortalidade infantil, no período de 1991 a 2010, assim como vem ocorrendo a

Transição Epidemiológica no Brasil (PRATA, 1992), a queda da mortalidade infantil também ocorre de forma heterogênea.

Foram identificados cinco padrões distintos de queda, que marcadamente ocorrem de forma regionalizada no país e diferem no que tange a velocidade, patamar inicial da queda e distância para um valor de TMI de países desenvolvidos. Em resumo, os grupos apresentaram um padrão ordinal, estando as microrregiões mais ao Sudoeste do país, em um processo mais avançado de queda da mortalidade infantil, até as microrregiões mais ao Nordeste do país, em um processo mais atrasado. Dessa forma, os grupos de microrregiões se diferem, abarcando distintos estágios do processo de transição da mortalidade, no que diz respeito ao processo de queda da mortalidade infantil, mas existe tendência de convergência entre os distintos níveis de mortalidade, onde a diferença entre os grupos foi diminuindo, sobretudo em relação aos níveis de mortalidade do grupo mais atrasado para o mais avançado.

As microrregiões pertencentes às regiões Norte e Nordeste do país, englobam os grupos mais atrasados no processo. Elas apresentaram processo bastante diferenciado, se comparado com as demais regiões. Apesar de microrregiões mais “atrasadas” no processo de queda da mortalidade infantil, tais localidades obtiveram diminuição considerável, registrando as maiores taxas de decrescimento. Alguns estudos apontam que a redução da mortalidade na infância e infantil nestas localidades, se deu principalmente devido a programas sociais que incidiram mais fortemente nessas regiões, como o Programa Bolsa Família e o Programa Saúde da Família (AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CASTRO; SIMÕES, 2009; FRIAS; SZWARCOWALD; LIRA, 2011; GUANAIS, 2015; MACINKO; HARRIS, 2015; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010; SHEI, 2013). Estas localidades, mesmo com piores níveis de condições de vida e acesso a serviços, conforme serão vistas no próximo capítulo, obtiveram grande redução da mortalidade infantil, sobretudo a partir do final da década de 1990, principalmente em decorrência destas políticas.

As regiões Norte e Nordeste, historicamente apresentam piores indicadores de condições habitacionais e a literatura indica que existe menor prioridade na alocação de recursos para estas regiões, o que influencia nos níveis de mortalidade infantil (SIMÕES, 2001). Estas regiões, em grande medida, devido a iniciativas como o Pacto pela Redução da Mortalidade Infantil, criado em 2009 e que tem o objetivo de acelerar a redução das desigualdades sociais no Nordeste e na Amazônia Legal, continuam apresentando queda expressiva na TMI, em períodos posteriores aos aqui apresentados (GARCIA; SANTANA, 2011).

Apesar da grande redução da mortalidade infantil observada em todo país, a desigualdade regional tem sido um obstáculo para que melhores resultados sejam obtidos, em prol da redução da mortalidade infantil no Brasil. Foi notado que ainda estamos distantes de níveis de TMI de país desenvolvidos, mesmo em localidades mais desenvolvidas do país, como aquelas situadas no Sul e Sudeste. Isto demonstra que ainda temos um grande caminho a ser percorrido. Os resultados aqui apresentados corroboram para não refutar a hipótese de pesquisa: *a heterogeneidade se mantém com diferenças ainda maiores, já que as microrregiões são mais homogêneas internamente e heterogêneas entre elas, socioeconômica e demograficamente, do que são as UF*, respondendo à pergunta 1 de pesquisa: *a heterogeneidade regional quanto ao processo de queda da mortalidade infantil, observada entre as UFs, se mantém ou se reforçam entre as microrregiões brasileiras?*

Este capítulo apresentou uma forma de monitoramento do processo de queda da mortalidade, sendo uma contribuição para a gestão pública. Foi possível identificar localidades mais vulneráveis e prioritária de alocação de maiores esforços, ações e investimentos.

Tendo em vista estes aspectos, é necessário analisar mais detalhadamente as características destas regiões, para compreender melhor os processos identificados, em curso em cada microrregião. Isto será investigado no próximo capítulo, que dará continuidade a apresentação de resultados encontrados neste trabalho

Os serviços básicos de infraestrutura urbana serão analisados, com o objetivo de avaliar o papel do Estado em fazer chegar os serviços de água, luz, esgotamento sanitário e coleta de lixo a todas as regiões do país, direito que deve ser garantido, conforme a Constituição de 1988.

CAPÍTULO 4 – A REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL POR MICRORREGIÕES E SUA RELAÇÃO COM A AMPLIAÇÃO DO ACESSO A SERVIÇOS BÁSICOS DE INFRAESTRUTURA URBANA NO PERÍODO ENTRE 1991 E 2010

4.1 Introdução

Os serviços básicos de infraestrutura urbana, como: acesso à água pela rede de distribuição, esgotamento sanitário pela rede de coleta, à energia elétrica e coleta de lixo, fazem parte do grupo de fatores diferenciais no processo de saúde-doença e morte, sobretudo nos primeiros anos de vida (ALVES; BELLUZZO, 2005; BARUFI; HADDAD; PAEZ, 2012; CARVALHO; SAYWER, 1978; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; HARRIS, 2015; MERRICK; BERQUÓ, 1983; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; SASTRY, 2004b, 1996, 1997, 2004a; SASTRY; BURGARD, 2005; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981; WOOD; CARVALHO, 1988).

Diversos estudos demonstram isso, conforme apresentado no Capítulo 1. Estes fatores podem ter diferentes efeitos de acordo com a região geográfica do país e período de tempo analisado. A ampliação destes serviços ocorreu de forma heterogênea no país, influenciando no processo de queda da mortalidade infantil e potencializando as desigualdades regionais (SIMÕES, 2001).

Conforme abordado no Capítulo 1, a Constituição brasileira garante que a população tem direito ao acesso a estes serviços (BRASIL, 1988). Cabe ao Estado regular e garantir sua universalidade, mesmo que não seja necessariamente ele o provedor dos serviços, como por exemplo, nos casos em que empresas não estatais ofertem os serviços. Cabe ressaltar, que o não acesso do domicílio a estes serviços, não necessariamente inviabiliza a chance de ter acesso adequado de outra forma, como por exemplo, ter acesso a água potável através de uma nascente.

Este capítulo pretende estudar a relação entre a queda da mortalidade infantil no período entre 1991 e 2010, e a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, levando em consideração possíveis diferenças regionais e os distintos padrões de queda da TMI, identificados no capítulo anterior. Neste caso, o interesse é verificar o papel do poder público como agente potencialmente interveniente no processo de queda da TMI. As perguntas de pesquisa são: *Como se mantém as relações entre serviços básicos de infraestrutura e a mortalidade infantil no decorrer no tempo e regionalmente no Brasil? Quais serviços são mais importantes? A importância do acesso a serviços básicos de*

infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil?

A hipótese de pesquisa está relacionada à (in)eficácia do Estado e demais órgãos competentes, em oferecer serviços básicos de infraestrutura urbana à população. A universalidade de acesso a estes serviços no Brasil é diretriz apresentada na Lei nº 11.445 (2007), mas ainda está distante de ser alcançada, gerando forte heterogeneidade regional que, por sua vez, acompanha de perto aquela observada no processo de diminuição da TMI. Para avaliar a hipótese empiricamente, serão utilizadas análises descritivas e modelos de regressão, a fim de verificar a associação entre a queda da mortalidade infantil e a expansão do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana por microrregiões. Os modelos de regressão permitirão identificar quais serviços possuem maior associação com a queda da mortalidade infantil no período entre 1991 e 2010 e nos decênios 1991/2000 e 2000/2010. Para isto, além do recorte regional, expresso pelas Grandes Regiões, serão utilizados os grupos de padrões de queda, construídos no capítulo anterior. Para contribuir ao debate sobre a análise da queda da TMI, do ponto de vista metodológico, foi verificada a importância de utilizar modelos de regressão que incorporem efeitos de vizinhança geográfica, ou seja, a dependência espacial no processo de queda da mortalidade infantil. Tal abordagem, apesar de importante, ainda é incipiente nos estudos sobre mortalidade nos primeiros anos de vida, sendo abordada em apenas um estudo sobre o Brasil (CASTRO; SIMÕES, 2009).

4.2 Materiais e métodos

Para testar a hipótese de pesquisa, ou seja, verificar a associação entre a ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana e o processo de queda da mortalidade infantil, foram utilizados os microdados das amostras dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 (IBGE). Na modelagem, optou-se por utilizar o modelo de dados em painel, que permite estudar efeitos temporais e geográficos, verificando a necessidade de utilizar ou não a dependência espacial entre as microrregiões. Esta metodologia, em sua versão não espacial, foi a mais recorrente, segundo a revisão da literatura sobre o processo de queda mortalidade infantil no Brasil (ALVES; BELLUZZO, 2005; AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; ZANINI et al., 2009).

4.2.1 Variáveis selecionadas

A variável dependente do estudo foi a taxa de mortalidade infantil, oriunda do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013 (PNUD) e agregada para microrregiões nos anos de 1991, 2000 e 2010, segundo apresentado no Capítulo 2. Conforme anteriormente apresentado, nas distribuições da TMI por ano, segundo as Grandes Regiões (GRÁFICO 8, p. 90) e Grupos de Padrões de queda (GRÁFICO 10, p. 102), as distribuições tenderam a apresentar simetria, ligeiramente próximas da distribuição normal. Isto levou a não realização de transformações na variável dependente. Além disso, em nenhum dos estudos revistos na literatura, os autores realizaram transformações para estudar o processo de queda da mortalidade infantil, seja no nível de UFs, microrregiões ou municípios, o que reforça a decisão de não transformar a variável dependente, tornando o presente estudo comparável aos demais.

Para a construção de variáveis independentes, utilizou-se os Censos Demográficos, que permitiram a criação de indicadores por microrregiões, para o acesso a cada um dos serviços básicos de infraestrutura urbana QUADRO 3, e para outras variáveis contextuais, relacionadas a importantes dimensões temáticas que influenciam a taxa de mortalidade infantil, de acordo com a revisão da literatura. Adicionalmente, foram inseridas variáveis indicadoras das Grandes Regiões e dos Grupos de Padrões de Queda da mortalidade infantil, a fim de incorporar a heterogeneidade do processo, identificada no Capítulo anterior.

Os indicadores de serviços básicos de infraestrutura urbana foram construídos para mensurar o percentual de acesso dos domicílios em cada microrregião. O QUADRO 3 apresenta os quesitos utilizados em cada censo, no qual é possível observar a variação no enunciado das questões, nas categorias de resposta e a respectiva harmonização realizada. Para todos os indicadores foi considerando o seguinte método de cálculo: a razão entre a soma das categorias de resposta em negrito (numerador) e a soma de todas as categorias de respostas listadas (denominador), multiplicado por 100.

QUADRO 3 – Quesitos relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana nos censos de 1991, 2000 e 2010

1991	2000	2010
<i>Acesso a rede geral de distribuição de água</i>		
Abastecimento de Água a) Rede geral b) Poço ou nascente c) Outra forma	A forma de abast. de água utilizada neste domicílio é: a) Rede geral b) Poço ou nascente (na propriedade) c) Outra	A forma de abastecimento de água utilizada neste domicílio é: a) Rede geral de distribuição b) Poço ou nascente na propriedade c) Poço ou nascente fora da propriedade d) Carro-pipa e) Água da chuva armazenada em cisterna f) Água da chuva armazenada de outra forma g) Rios, açudes, lagos e igarapés h) Outra i) Poço ou nascente na aldeia j) Poço ou nascente fora da aldeia
<i>Acesso a rede coletora de esgoto</i>		
Instalação sanitária, escoadouro. a) Rede geral b) Fossa séptica ligada à rede pluvial c) Fossa séptica sem escoadouro d) Fossa rudimentar e) Vala negra f) Outro g) Não sabe h) Não tem	O escoadouro deste banheiro ou sanitário é ligado a: a) Rede geral de esgoto ou pluvial b) Fossa séptica c) Fossa rudimentar d) Vala e) Rio, lago ou mar f) Outro escoadouro	O esgoto do banheiro ou sanitário é lançado (jogado) em: a) Rede geral de esgoto ou pluvial b) Fossa séptica c) Fossa rudimentar d) Vala e) Rio, lago ou mar f) Outro
<i>Coleta de Lixo</i>		
Destino do Lixo a) Coletado diretamente b) Coletado indiretamente c) Queimado d) Enterrado e) Jogado em terreno baldio f) Jogado em rio, lago ou mar g) Outro	O lixo deste domicílios: a) É coletado por serviço de limpeza b) É colocado em caçamba de serviço de limpeza c) É queimado (Na propriedade) d) É enterrado (Na propriedade) e) É jogado em terreno baldio ou logradouro f) É jogado em rio, lago ou mar g) Tem outro destino	O lixo deste domicílio é: a) Coletado por serviço de limpeza b) Colocado em caçamba de serviço de limpeza c) Queimado (Na propriedade) d) Enterrado (Na propriedade) e) Jogado em terreno baldio ou logradouro f) Jogado em rio, lago ou mar g) Tem outro destino
<i>Acesso à energia elétrica</i>		
Iluminação a) Elétrica, com medidor b) Elétrica, sem medidor c) Óleo ou querosene d) Outra	Este domicílio tem iluminação elétrica? a) Sim b) Não	Existe energia elétrica no domicílio? a) Sim, de companhia distribuidora b) Sim, de outras fontes c) Não existe energia elétrica

Fonte: Questionários dos Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010.

Além destas variáveis, foram utilizadas variáveis clássicas nos estudos de diferenciais na taxa de mortalidade infantil, conforme a revisão da literatura apresentada no

Capítulo 1. Isto deveu-se a pergunta: *A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil?* A escolha de variáveis levou em consideração além da revisão da literatura, a disponibilidade de dados no nível de desagregação desejado (microrregiões), o período estudado (1991 a 2010) e principalmente a possibilidade de harmonização das informações ao longo do tempo.

De forma geral, cinco dimensões temáticas, além dos serviços básicos de infraestrutura, são importantes condicionantes dos diferenciais na mortalidade nos primeiros anos de vida: escolaridade, renda, urbanização, fecundidade e políticas públicas ou serviços/equipamentos de saúde.

Variáveis relacionadas à escolaridade são as mais recorrentes nos estudos analisados na revisão da literatura. A dimensão geralmente é expressa por indicadores como taxa de analfabetismo e anos de estudos da mãe (ALBUQUERQUE, 2015; ALVES; BELLUZZO, 2005; AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CARVALHO; SAYWER, 1978; COSTA et al., 2003; BEZERRA FILHO et al., 2007; FISCHER et al., 2007; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; GARCIA; SANTANA, 2011; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MERRICK; BERQUÓ, 1983; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; 1997; 2004a; 2004b; SIMÕES, 2001).

As variáveis de renda também são recorrentes nos estudos de diferenças na mortalidade nos primeiros anos de vida. Elas em geral são proporções de pobres, variáveis de rendimento e índices sintéticos (ALBUQUERQUE, 2015; ALVES; BELLUZZO, 2005; CARVALHO; SAYWER, 1978; COSTA et al., 2003; BEZERRA FILHO et al., 2007; FISCHER et al., 2007; GARCIA; SANTANA, 2011; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MERRICK; BERQUÓ, 1983; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; 1997; 2004a; 2004b; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981; ZANINI et al., 2009).

A urbanização é menos recorrente nos estudos sobre diferenciais na mortalidade nos primeiros anos de vida, em comparação com as dimensões escolaridade e renda. Ela é operacionalizada através do grau de urbanização e da regionalização de urbano, rural e em regiões metropolitanas (CARVALHO; SAYWER, 1978; BEZERRA FILHO et al., 2007; MERRICK; BERQUÓ, 1983; SASTRY, 1996; 1997; 2004a; 2004b; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981).

A fecundidade é abordada em menor frequência, do que as dimensões anteriormente citadas. Em geral, ela está presente na forma de variáveis como taxa de fecundidade total e quantidade de filhos tidos (CARVALHO; SAYWER, 1978; BEZERRA FILHO et al., 2007; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; GARCIA; SANTANA, 2011; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; 1997; SIMÕES, 2001; ZANINI et al., 2009).

Outra dimensão importante é aquela que abarca as políticas sociais e/ou serviços e equipamentos de saúde. Em geral são contabilizados números de leitos e número de beneficiários de políticas públicas específicas como Bolsa Família, Cisternas e o Programa Saúde da Família (ALVES; BELLUZZO, 2005; CARVALHO; SAYWER, 1978; CASTRO; SIMÕES, 2009; COSTA et al., 2003; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; 1997; ZANINI et al., 2009).

Inspirado nos estudos citados e para operacionalizar as dimensões, foram construídos indicadores específicos. Na dimensão escolaridade, foi utilizada a taxa de analfabetismo de pessoas de 15 anos e mais. Na dimensão renda, duas variáveis foram selecionadas: a renda média domiciliar *per capita* a preços de julho de 2010 e o percentual da população vivendo com menos de meio salário mínimo por mês, possibilitando mensurar a renda como um todo e o contingente de pobres na microrregião. Na dimensão urbanização, foi utilizado o grau de urbanização. Na dimensão fecundidade, foi utilizada um indicador *proxy* da taxa de fecundidade, a razão criança-mulher, que relaciona os menores de 5 anos e as mulheres de 15 a 49 anos. Em todos os casos foram utilizadas as amostras dos censos de 1991, 2000 e 2010.

Em relação à dimensão políticas públicas ou serviços/equipamentos de saúde, duas fontes de dados poderiam ser utilizadas, o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), a Pesquisa Assistência Médico-Sanitária (AMS) ou ainda fontes específicas relacionadas a programas sociais, como o Programa Bolsa Família (PBF) e Saúde da Família, que permitiriam mensurar, por exemplo: número de estabelecimentos de saúde, indicadores de número de leitos, entre outros indicadores associados a oferta de serviços de saúde, além da cobertura de programas sociais. Contudo, as fontes e políticas públicas não cobrem todo o período analisado. O CNES disponibiliza informações apenas a partir de 1998, a AMS a partir de 2005, e os programas sociais não cobrem o período todo, inviabilizando o estudo do período utilizado, de 1991 a 2010. Além disso, o nível de desagregação das pesquisas também variou, nem sempre permitindo mensurar localidades fora das capitais, impossibilitando a

agregação em microrregiões. Desta forma, não utilizamos nenhuma variável para essa dimensão.

4.2.2 Dados em painel

O modelo estatístico de dados em painel permite estudar a relação entre variáveis segmentadas por uma mesma unidade de análise, replicadas ao longo do tempo, formando um painel de observações ou indivíduos (WOOLDRIDGE, 2002). Isto permite a análise longitudinal do objeto de pesquisa, a partir de índice i , identificador de cada indivíduo e j referente ao tempo. Neste caso, o processo de queda da taxa de mortalidade infantil por microrregiões, nos anos de 1991, 2000 e 2010 e sua associação com a expansão da cobertura de serviços básicos de infraestrutura urbana: acesso à água pela rede geral de distribuição, acesso a esgotamento sanitário pela rede coletora de esgoto, acesso à energia elétrica e coleta de lixo. Isto resultou em um painel de 558 microrregiões em três períodos de tempo, com variável dependente a taxa de mortalidade infantil e variáveis independentes cada um dos serviços básicos de infraestrutura urbana. Levando em consideração estes aspectos, o objetivo de utilizar esta metodologia, é avaliar o papel do estado e outros órgãos competentes, em provir serviços básicos de infraestrutura urbana à população.

O modelo de dados em painel permite duas possibilidades de parametrizações: efeitos fixos e efeitos aleatórios. De acordo com Wooldridge (2002), no modelo de efeitos fixos, considera-se que o intercepto, específico de cada unidade de análise, possa ter correlação com um ou mais regressores. Já no modelo de efeitos aleatórios, assume-se que o intercepto é aleatório, não estando correlacionado com as variáveis explicativas (WOOLDRIDGE, 2002). De acordo a revisão da literatura realizada, no que diz respeito aos estudos sobre a queda da mortalidade nos primeiros anos de vida, o modelo de efeitos fixos foi a única parametrização utilizada, contudo, nem sempre foi avaliada estatisticamente sua necessidade (ALVES; BELLUZZO, 2005; AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; BARUFI; HADDAD; PAEZ, 2012; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; MACINKO; HARRIS, 2015; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013). Em todos os casos os autores utilizaram apenas variáveis contínuas, ou seja, em nenhum dos casos, os autores estavam interessados em estudar variáveis constantes ao longo do tempo. Isto é de interesse deste trabalho, a partir das variáveis Grandes Regiões e Grupos de Padrões de Queda, o que torna inviável a abordagem de efeitos fixos. Fatores invariantes no tempo têm efeitos perdidos no processo de estimação do modelo de dados em painel, em casos em que há a suposição de efeitos fixos. Além disso, acredita-se ser razoável supor que cada microrregião enfrenta um

processo distinto de queda da TMI, o que corrobora para não utilização de efeitos que sejam fixos.

O modelo de dados em painel, para o caso mais comum, corresponde a painéis em que o número de indivíduos é grande e o número de período de tempo é pequeno, de acordo com Johnston e Dinardo (2001) e adaptando para o este caso, é da seguinte forma:

$$y_{it} = X_{it}\beta + \alpha_{it} + \eta_{it} \quad (13)$$

Onde:

$i = 1, \dots, 558$; representa as microrregiões;

$t = 1991, 2000, 2010$; representa o tempo;

α_{it} são efeitos específicos, correspondente a taxa de mortalidade infantil da microrregião i no tempo t ;

y_{it} corresponde à taxa de mortalidade infantil da microrregião i no tempo t ;

X_{it} é a matriz dos serviços básicos de infraestrutura urbana por microrregiões de acordo com o tempo; e

η_{it} corresponde ao termo de erro idiossincrático e variante no tempo, em que $\eta_{it} \sim N(0, \sigma^2)$.

Esta parametrização se trata do modelo de efeitos aleatórios, utilizada neste estudo. Para o caso de efeitos fixos, de acordo com o pressuposto de $cov(X_{it}, \alpha_i) \neq 0$, deve-se estimar o modelo condicionado à presença de efeitos fixos, o que implica que α_{it} , não apresenta o índice t . Como aqui serão utilizadas variáveis invariantes no tempo, Grandes Regiões e Padrões de Queda da TMI, tem-se interesse apenas no modelo de efeitos aleatórios.

De acordo com Johnston e Dinardo (2001), para avaliar qual parametrização contribui melhor para representar o relacionamento entre as variáveis, poderiam ser utilizados os testes de Hausman e o teste F. O teste F é utilizado para avaliar se a abordagem por efeitos fixos é mais adequada do que a abordagem tradicional por Mínimos Quadrados Ordinários (JOHNSTON; DINARDO, 2001). Um teste significativo, ou seja, p-valor < 0,05, indicará que a abordagem por dados em painel é mais adequada. Para avaliar a adequação do modelo de efeitos aleatórios em comparação com o modelo de efeitos fixos utiliza-se o teste de Hausman (JOHNSTON; DINARDO, 2001). Um teste significativo indicará que a abordagem por efeitos aleatórios é mais adequada que a de efeitos fixos. Contudo, devido ao objetivo do trabalho em utilizar variáveis invariantes no tempo, como Padrões de Queda da Mortalidade

Infantil e Grandes regiões, não foi possível utilizar o modelo de efeitos fixos, o que levou a iniciar o processo de estimação dos modelos de regressão já com efeitos aleatórios e a não utilização destes testes. Esta explicação será mais detalhada no final desta seção 4.2 e a partir da p. 133.

Para estimação do modelo de dados em painel, em sua versão tradicional, ou seja, não espacial, foi utilizado o pacote do *software R* intitulado o *plm* (YVES; GIOVANNI, 2008).

4.2.3 Dados em painel espacial

Na abordagem clássica de dados em painel, existe a suposição de independência entre as observações de corte transversal, já no caso da abordagem espacial, é possível inserir o efeito de dependência entre as observações, caso esta seja de caráter espacial. Isto pode ser realizado através de uma matriz de dependência espacial, também conhecida como matriz de ponderação ou de vizinhança espacial (ALMEIDA, 2012). No que tange os estudos sociais regionais, a abordagem espacial é de certa forma lógica, pois diversos fenômenos sociais tendem a apresentar dependência espacial. Apesar disso, tal enfoque nem sempre é utilizado, o que ocorre em diversos trabalhos sobre a queda da mortalidade infantil no Brasil, que nem sequer avaliam sua pertinência (ALVES; BELLUZZO, 2005; AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; ZANINI et al., 2009).

Além da justificativa lógica, especificamente em relação ao objeto de estudo, outro ponto a favor da incorporação de efeitos espaciais na abordagem por dados em painel, está relacionada a sua parametrização. O modelo de dados em painel espacial permite incorporar o efeito espacial, além do efeito temporal, captando maior variação que possa estar presente no conjunto de dados e, em resultado disso, ajudar a eliminar problemas de colinearidade entre as variáveis (ALMEIDA, 2012). Desta forma, a abordagem de dados em painel espaciais amplia as possibilidades de parametrizações do modelo tradicional de dados em painel, pois além dos efeitos fixos e aleatórios, é possível incorporar a dependência espacial, o que pode ser feito de diversas formas (ALMEIDA, 2012). Para o caso das possibilidades de estimação implementadas por Giovanni e Gianfranco (2012), a dependência espacial pode ser inserida no painel temporal, de três formas: nos resíduos do modelo (*Spatial Error* – SEM), na variável dependente (*Spatial Lag* – SAR), ou considerando ambos os casos, SARAR, de forma análoga as especificações para dados transversais, propostas por Anselin

(1988a). Neste estudo tem-se o objetivo de utilizar o modelo de dados em painel com efeitos aleatórios e verificar se a queda da mortalidade infantil é influenciada por regiões vizinhas, o que estaria relacionado aos modelos *SAR* e *SARAR*, nos quais a dependência espacial ocorre na variável dependente.

O modelo geral, para o caso de dados em painel espaciais com efeitos aleatórios, pode ser especificado da seguinte forma (ALMEIDA, 2012, p. 427):

$$\begin{aligned} y_{it} &= \rho W y_{it} + X_{it} \beta + W X_{it} \tau + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} &= \alpha + \lambda W \varepsilon_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (14)$$

Onde:

y_{it} corresponde a taxa de mortalidade infantil da microrregião i no tempo t ;

W corresponde a matriz de vizinhança espacial;

X_{it} corresponde as variáveis de serviços básicos de infraestrutura urbana por microrregiões de acordo com o tempo;

β corresponde ao vetor de coeficientes relacionados a cada serviço básico de infraestrutura urbana;

α e λ correspondem aos parâmetros da variância do erro;

ρ coeficiente espacial autorregressivo;

τ coeficiente espacial vinculado às variáveis independentes;

$i = 1, \dots, 558$; representa as microrregiões;

$t = 1991, 2000, 2010$; representa o tempo; e

ε_{it} e ϵ_{it} correspondem aos termos de erro.

Para o caso *SAR*, impõe-se as restrições $\rho \neq 0$, $\tau = 0$ e $\lambda = 0$ (ALMEIDA, 2012, p. 427):

$$\begin{aligned} y_{it} &= \rho W y_{it} + X_{it} \beta + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} &= \alpha + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (15)$$

No modelo *SEM*, impõe-se as restrições $\rho = 0$, $\tau = 0$ e $\lambda \neq 0$ (ALMEIDA, 2012, p. 428):

$$\begin{aligned}
 y_{it} &= X_{it}\beta + \varepsilon_{it} \\
 \varepsilon_{it} &= \alpha + \lambda W\varepsilon_{it} + \epsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{16}$$

De acordo com Almeida (2012), em todos os casos, os efeitos não observáveis entram na definição da estrutura do erro, junto dos erros defasados espacialmente de ε_{it} . De forma prática, isto implica em quanto maior a estrutura adjacente ao termo de erro, mais variáveis não observáveis e/ou não controladas no modelo, contribuem para explicar a variação na taxa de mortalidade infantil ao longo do tempo.

Cabe ressaltar, que neste trabalho existe interesse particular em identificar se o processo de queda da mortalidade sofre influência de regiões vizinhas, ou seja, se o valor da variável dependente ao longo do tempo é influenciado pelo valor de regiões vizinhas, o que poderia ser captado pelas parametrizações SAR ou SARAR, expresso através do coeficiente espacial autorregressivo ρ .

Na revisão da literatura realizada não foi encontrado nenhum estudo sobre o processo de queda da mortalidade infantil que utilizou dados em painel espaciais, apenas, conforme mencionado, diversos estudos que utilizaram a versão não espacial de dados em painel. Isto pode estar relacionado a metodologia de dados em painel espaciais ainda ser nova, do ponto de vista de implementação em *softwares* estatísticos (GIOVANNI; GIANFRANCO, 2012). Nesse sentido, sua utilização propicia avanço do ponto de vista metodológico para os estudos de queda da mortalidade infantil.

De forma geral, a partir da revisão da literatura realizada, a dependência espacial é inserida em modelos espaço temporais, apenas em dois estudos sobre queda da mortalidade infantil brasileira, Castro e Simões (2009) e Barufi; Haddad e Paez (2012). O primeiro, os autores não utilizam dados em painel, mas a abordagem multinível, considerando o tempo e as microrregiões como níveis do modelo. A abordagem multinível é um recurso muito comum para modelar o efeito espacial, em que um de seus níveis necessariamente deve ser geográfico (ALMEIDA, 2012, p. 380). Isto é equivalente a abordagem de dados em painel não espaciais, no qual a componente geográfica está presente, mas a intensidade da inter-relação entre as localidades não. Dessa forma, o relacionamento entre regiões não é incorporado na abordagem multinível (ALMEIDA, 2012). Com o objetivo de contornar esta deficiência, Castro e Simões (2009) inserem o resultado da análise do Índice de Moran local como variável independente, o que contribui para a captação da dependência espacial. Já o segundo

utiliza dados em painel espaciais, com efeitos fixos, para estudar o processo de queda da TMI e fatores contextuais.

Cabe ressaltar, que na análise de dados em painel espaciais, conforme é implementado por Giovanni e Gianfranco (2012), a dependência espacial é inserida através de uma matriz de vizinhança. Neste estudo foi utilizada a dependência espacial por contiguidade, através da matriz de vizinhança obtida pelo método da rainha, em que todas as regiões contíguas de 1ª ordem são consideradas vizinhas. Esta é a forma mais comum de captar a estrutura de dependência espacial em modelos de regressão (ALMEIDA, 2012). Este tipo de abordagem também é utilizada por Castro e Simões (2009), porém, não na estimação do modelo, mas na mensuração do Índice de Moran.

Neste tipo de construção da matriz de vizinhança, todas as regiões devem ser contíguas, com pelo menos um vizinho. Para contornar este problema, por aqui optou-se por retirar das análises a microrregião de código “26019”, correspondente a Fernando de Noronha, uma ilha situada no Nordeste brasileiro, distante do continente. Cabe ressaltar, que este recurso é muito comum em modelos de efeitos espaciais.

Nesta etapa foi utilizado o pacote do *R* intitulado de *splm* (GIOVANNI; GIANFRANCO, 2012).

4.2.4 Especificação e adequabilidade dos modelos

A análise da adequabilidade dos modelos estimados é realizada a partir da sua especificação, na qual avalia-se se a parametrização escolhida é adequada. Conforme realizado no processo de estimação do modelo de dados em painel não espaciais é necessário inicialmente definir qual parametrização é mais adequada, efeitos fixos ou efeitos aleatórios. Como partimos diretamente para o modelo de efeitos aleatórios, conforme especificado anteriormente, é necessário identificar se devem ser incluídos efeitos não observáveis na regressão, que permitem captar a heterogeneidade espacial não observada (ALMEIDA, 2012). Conforme mencionado, deve-se identificar qual parametrização espacial é mais adequada para descrever o fenômeno estudado.

Almeida (2012) indica que se pode priorizar a escolha de modelos que atinjam o menor critério de informação, por exemplo, através do Critério de Akaike (AIC). Os critérios de informação auxiliam na eleição de qual modelo é mais adequado, sobretudo para escolher modelos que não apresentem a mesma parametrização ou ainda, aqueles que não possuam as mesmas variáveis independentes. Estas medidas permitem mensurar a adequabilidade dos modelos e eleger aqueles que melhor explicam a relação entre a variável dependente, neste

caso a TMI e as independentes, os serviços básicos de infraestrutura urbana e demais variáveis. As duas medidas mais comuns são o coeficiente de múltipla correlação ajustado (R^2_{ajust}) e o *Akaike Information Criterion* (AIC). O R^2_{ajust} será suprimido, pois é pouco explicativo para o caso de modelos em dados em painel e o AIC será utilizado, por ser indicado no processo de especificação de dados em painel espaciais, conforme ressalta Almeida (2012).

O AIC é uma medida de qualidade de ajuste, muito utilizada em modelos espaciais que pode ser definido da seguinte forma (ALMEIDA, 2012, p. 209):

$$AIC = -2LIK + 2k \quad (17)$$

Onde:

LIK corresponde ao valor da função de log verossimilhança; e

K número de regressores, incluindo os coeficientes espaciais estimados.

Para contribuir na justificação da especificação escolhida nos modelos de dados em painéis espaciais, pode-se utilizar testes baseados em multiplicadores de Lagrange (BALTAGI; LIU, 2008; BALTAGI; SONG; KOH, 2003; GIOVANNI; GIANFRANCO, 2012). Para o caso específicos de efeitos aleatórios, Baltagi e Liu (2008) derivam testes de multiplicadores de Lagrange para o caso de dependência espacial. Neste caso tem-se o interesse em testar a hipótese nula de $H_0: \rho = \sigma_\alpha^2 = 0$ e a hipótese alternativa que pelo menos um dos componentes não é igual a zero. Os autores realizam uma generalização de testes de multiplicadores de Lagrange propostos inicialmente por Luc Anselin em 1988 (ANSELIN, 1988b), para a abstenção de efeitos espaciais $H_0^a: \rho = 0$, assumindo que existem efeitos aleatórios, ou seja, refutando que $\sigma_\alpha^2 = 0$ (BALTAGI; LIU, 2008). Os autores fazem duas extensões do teste, a primeira com o objetivo de avaliar $H_0^b: \rho = 0$, assumindo a existência de efeitos aleatórios, ou seja, $\sigma_\alpha^2 \geq 0$ e a segunda, com o objetivo de avaliar $H_0^c: \sigma_\alpha^2 = 0$ e que ρ talvez não seja zero (BALTAGI; LIU, 2008). Como este estudo utiliza o modelo de efeitos aleatórios, estes testes contribuem para justificar a parametrização de efeitos aleatórios e existência de dependência espacial, no processo de queda da mortalidade infantil.

Almeida (2012) ressalta que o modelo eleito deve atender a dois critérios, ordenados por importância: 1) os resíduos do modelo não apresentam autocorrelação espacial e; 2) o modelo apresenta menor critério de informação, dentre aqueles modelos que não apresentam autocorrelação espacial nos resíduos (ALMEIDA, 2012, p. 431). Contudo, a

análise de resíduos não é mencionada e nem realizada, em nenhum dos estudos metodológicos sobre dados em painel espaciais (BALTAGI; LIU, 2008; BALTAGI; SONG; KOH, 2003; GIOVANNI; GIANFRANCO, 2012). Para o caso de dados em painel, não espaciais, a análise dos resíduos também não foi realizada em nenhum dos estudos apresentados na revisão da literatura. Desta forma, no teste optou-se por eleger o modelo final que obtém melhor desempenho, dentre os critérios de AIC e testes baseados em multiplicadores de Lagrange, verificando também o problema de multicolinearidade.

A multicolinearidade pode influenciar na estimação e significância dos coeficientes do modelo de regressão (GUJARATIN, 2006), sobretudo na estimação do erro padrão. A multicolinearidade ocorre quando uma ou mais variáveis corresponde ao mesmo fenômeno e em geral, são combinação linear entre si (GUJARATIN, 2006). Cabe ressaltar, que o modelo de dados em painel, em relação ao modelo Mínimos Quadrados Ordinários, apresenta a vantagem de utilizar mais informações no processo de estimação, aumentando os graus de liberdade e diminuindo a colinearidade entre as variáveis explicativas (HSIAO, 2003). Conforme já mencionado, a abordagem em painel, contribui ainda mais para reduzir a colinearidade entre as variáveis. A forma mais comum de detecção da multicolinearidade é através do VIF, *Variance Inflation Fator*, contudo esta medida se baseia no coeficiente de múltipla determinação, obtido através de regressões parciais, o que se torna não adequado nos modelos de dados em painel. Um jeito informal, mas amplamente utilizado em diversos estudos, é analisar a matriz de correlação das variáveis independentes, em que correlações altas (ex.: acima de 0,8), seriam indicativos de colinearidade entre o par de variáveis (GUJARATIN, 2006). Neste caso, o recomendado é retirada de uma das variáveis da análise, priorizando aquelas que forem não significativas si, buscando um modelo parcimonioso, que combata a presença de colinearidade entre as variáveis regressoras (GUJARATIN, 2006).

Para compreender melhor o ajuste do modelo, foi realizada a análise de resíduos, de forma regional, através da estratificação por Grandes Regiões e por mapas temáticos de microrregiões. Isto possibilita verificar as localidades em que os serviços básicos de infraestrutura urbana e demais fatores estudados, apresentam melhor desempenho para estudar o processo de queda da mortalidade infantil e em quais regiões isto não ocorre, demonstrando a existência de fatores não observáveis. Para isto os resíduos foram padronizados, ou seja, subtraídos pela sua média e divididos pelo desvio padrão. Isto permitiu identificar valores de resíduos altos, ou seja, aqueles abaixo que -2 e maiores que 2.

4.2.5 Estratégia de modelagem

Para além das variáveis de acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e outras variáveis de contexto que serão utilizadas nas regressões, as variáveis Grande Região e Grupo de Padrão de Queda, invariantes no tempo, foram utilizadas para atender aos objetivos da pesquisa. Elas são variáveis que contribuem para controlar a variação da queda da mortalidade infantil e detalhar melhor o processo regionalmente no país.

Conforme mencionado, partiu-se diretamente para o modelo de dados em painel com efeitos aleatórios. Cabe ressaltar, que se o modelo de efeitos fixos fosse utilizado, seria necessário que estas variáveis, invariantes no tempo, fossem incorporadas como variáveis de estratificação do conjunto de dados, através de domínios de análise, particionando as regressões, com diferentes amostras de pesquisa. Isto foi realizado, porém não reportado aqui, pois deixaria as análises muito mais trabalhosas e complexas de interpretar. Os resultados estariam baseados em múltiplos modelos de regressão, pois particionariam a amostra em cada Grande Região e em cada Grupo de Padrão de Queda. Além disso, os dois critérios de estratificação não poderiam ser utilizados conjuntamente, pois os Grupos de Padrões de queda da TMI não têm representatividade em todas as Grandes Regiões do país. Desta forma, optou-se por utilizar uma única parametrização, a de efeitos aleatórios, que permitiu a inserção do efeito diferencial de queda da mortalidade infantil, por Grandes Regiões e pelos distintos padrões de queda identificados, através de variáveis *dummy*. De forma prática isto implicou a não utilização do Teste de Hausman.

As perguntas de pesquisa, para testar a hipótese de pesquisa, tem o objetivo de verificar a eficácia do Estado e demais órgãos competentes, em oferecer serviços básicos de infraestrutura urbana a população e contribuir para a redução da mortalidade infantil. Isto foi avaliado a partir de variáveis relacionadas ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e outras variáveis contextuais, comuns em estudos sobre a queda da mortalidade infantil. Contudo, é importante verificar se existe variação dos fatores relacionados, de acordo com o decênio analisado. Para isto, em todas as análises, foram construídos três painéis temporais. O primeiro painel consistiu em abarcar todo o período de estudo, ou seja, de 1991, 2000 e 2010, o segundo de 1991 a 2000 e o terceiro de 2000 a 2010. Por se tratar do mesmo desenho, ou seja, as mesmas variáveis e as mesmas observações, foi possível comparar os resultados obtidos em cada painel. Isto permitiu a análise direta dos coeficientes de regressão estimados e seus respectivos intervalos de confiança, entre os distintos painéis, com o objetivo de verificar diferenças nos períodos analisados.

Optou-se por segmentar as análises em quatro etapas, para estudar a hipótese de pesquisa e responder as perguntas de pesquisa: *Quais fatores relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana são importantes para explicar a trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil regionalmente no Brasil? A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil? Existe variação da importância destes fatores por decênio?*

A primeira etapa consistiu em verificar se existe dependência espacial no processo de queda da mortalidade infantil. Isto foi realizado a partir de quatro parametrizações de modelos de regressão de dados em painel de efeitos aleatórios: a versão clássica de dados em painel, ou seja, a versão não espacial, e seguindo as três possibilidades de parametrização de dados em painel espaciais: *SAR*, *SEM* e *SARAR*. Dentre elas, com o objetivo especial de verificar a significância estatística das parametrizações *SAR* e *SARAR*, que sinalizam que o processo de queda da mortalidade infantil é influenciado por regiões vizinhas. Nesta etapa, ainda não são estudados os serviços básicos de infraestrutura urbana, por se tratar de uma abordagem mais geral, na qual estamos interessados em verificar apenas o comportamento da variável dependente. Para ajudar na identificação do processo de queda da TMI e segmentação de sua variabilidade, foram utilizadas as variáveis: Padrões de Queda da TMI e as Grandes Regiões. Para definir o melhor modelo que contribui, para representar a variação da queda da mortalidade infantil, foi utilizado o critério de informação AIC. Neste caso, buscou-se o modelo que apresentasse o menor AIC, para definir qual parametrização deve ser utilizada nas etapas subsequentes.

A segunda etapa tem o objetivo de verificar quais fatores relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana são importantes para explicar a trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil. Para isto foram estimados modelos de regressão múltipla, considerando os distintos padrões de queda, as grandes regiões, os serviços básicos de infraestrutura urbana. Nesta etapa, foi possível verificar qual dos fatores relacionados aos serviços básicos de infraestrutura urbana foi mais importante para explicar a trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil. Foram realizados testes de avaliação do ajuste dos modelos, no que diz respeito a sua especificação.

A terceira etapa consistiu em verificar se a importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil. O processo de estimação foi similar à etapa

anterior, adicionando outras variáveis contextuais. Foram realizados testes de avaliação do ajuste dos modelos e análise a respeito da possibilidade de multicolinearidade.

A última etapa consistiu em analisar os resíduos dos modelos ajustados. Neste caso, foram estudados os resíduos padronizados dos modelos obtidos através de painéis completos 1991, 2000 e 2010. Foram estudados dois modelos: apenas com os serviços básicos de infraestrutura urbana e outro com a adição de algumas variáveis contextuais. Isto permitiu verificar a variação na qualidade do ajuste dos modelos e sua estratificação por Grandes Regiões e mapas temáticos, para visualização das localidades com maior presença de outros fatores não observáveis.

Cabe ressaltar que em todos os casos foram utilizados modelo de regressão de dados em painel balanceados, no qual não existem dados faltantes. Todos os painéis contaram com 557 microrregiões, pois foi retirada a microrregião correspondente à ilha de Fernando de Noronha (código 26019), por ser uma localidade muito distante do continente e não contígua com nenhuma outra microrregião. Isto resultou em painéis com: $n = 557$, $t = 3$ e $N = 1671$, para o período completo correspondente a 1991, 2000 e 2010 e $n = 557$, $t = 2$ e $N = 1114$ para os períodos com apenas dois pontos no tempo: 1991/2000 e 2000/2010. Em todos os testes de hipóteses e análises de significância estatística, foi considerado significativo um teste com p-valor inferior a 0,05, ou seja, 5% de significância.

4.3 Análise descritiva da ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana

Apesar de 2010, o serviço de água, através da rede geral de distribuição, e o acesso à energia elétrica, já cobrirem grande parte do país, 82,73% e 98,75% dos domicílios, respectivamente, a coleta de lixo e esgotamento sanitário ainda são um problema (TABELA 12). Nas regiões Norte e Nordeste pouco mais de 74% do lixo é coletado e o percentual de acesso dos domicílios a rede geral de esgoto é insatisfatório, cerca de 14 e 36%, respectivamente²⁷. Conforme é possível observar, estas modificações ocorreram de forma heterogênea no país, o que pode contribuir para a conformação de um perfil heterogêneo dos níveis de mortalidade infantil. Tais serviços foram sendo implementados de forma diferenciada no país e ainda representam uma importante agenda para à gestão de políticas públicas, sobretudo no que diz respeito ao saneamento básico (SIMÕES, 2016). A

²⁷ Estes indicadores, a partir de escalas geográficas mais detalhadas, apresentam índices ainda mais preocupantes, conforme poderá ser observado através de mapas temáticos.

distribuição heterogênea destes serviços expressa o interesse por parte do Estado em regiões específicas do país, o que colabora para agravar desigualdades sociais (SIMÕES, 2001).

TABELA 12 – Percentual de acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, segundo Brasil e Grandes Regiões, 1991, 2000, 2010

Unidade Geográfica	1991	2000	2010	Variação (%)		
				1991\2000	2000\2010	1991\2010
<i>Rede de distribuição de água</i>						
Brasil	70,72	77,97	82,73	10,25	6,10	16,98
Norte	44,58	48,24	53,99	8,21	11,92	21,11
Nordeste	52,83	66,73	76,25	26,31	14,27	44,33
Sudeste	84,76	88,4	90,29	4,29	2,14	6,52
Sul	70,94	80,11	85,48	12,93	6,70	20,50
Centro-Oeste	65,97	73,34	81,74	11,17	11,45	23,90
<i>Rede coletora de esgoto</i>						
Brasil	35,28	47,73	57,00	35,29	19,42	61,56
Norte	1,32	9,91	14,64	650,76	47,73	1009,09
Nordeste	8,88	25,63	36,91	188,63	44,01	315,65
Sudeste	63,41	73,91	81,46	16,56	10,22	28,47
Sul	13,68	30,13	46,00	120,25	52,67	236,26
Centro-Oeste	27,24	33,76	38,71	23,94	14,66	42,11
<i>Coleta de lixo</i>						
Brasil	63,88	79,13	87,43	23,87	10,49	36,87
Norte	36,85	57,9	74,37	57,12	28,45	101,82
Nordeste	41,60	60,81	74,99	46,18	23,32	80,26
Sudeste	78,62	90,39	94,99	14,97	5,09	20,82
Sul	67,91	83,61	91,63	23,12	9,59	34,93
Centro-Oeste	62,98	81,79	89,71	29,87	9,68	42,44
<i>Acesso à energia elétrica</i>						
Brasil	86,87	94,54	98,75	8,83	4,45	13,68
Norte	66,96	81,55	93,76	21,79	14,97	40,02
Nordeste	71,71	87,70	97,76	22,30	11,47	36,33
Sudeste	95,83	98,77	99,75	3,07	0,99	4,09
Sul	92,77	98,00	99,66	5,64	1,69	7,43
Centro-Oeste	87,00	95,79	99,07	10,10	3,42	13,87

Fonte: Censos Demográficos 1991, 2000, 2010 – IBGE.

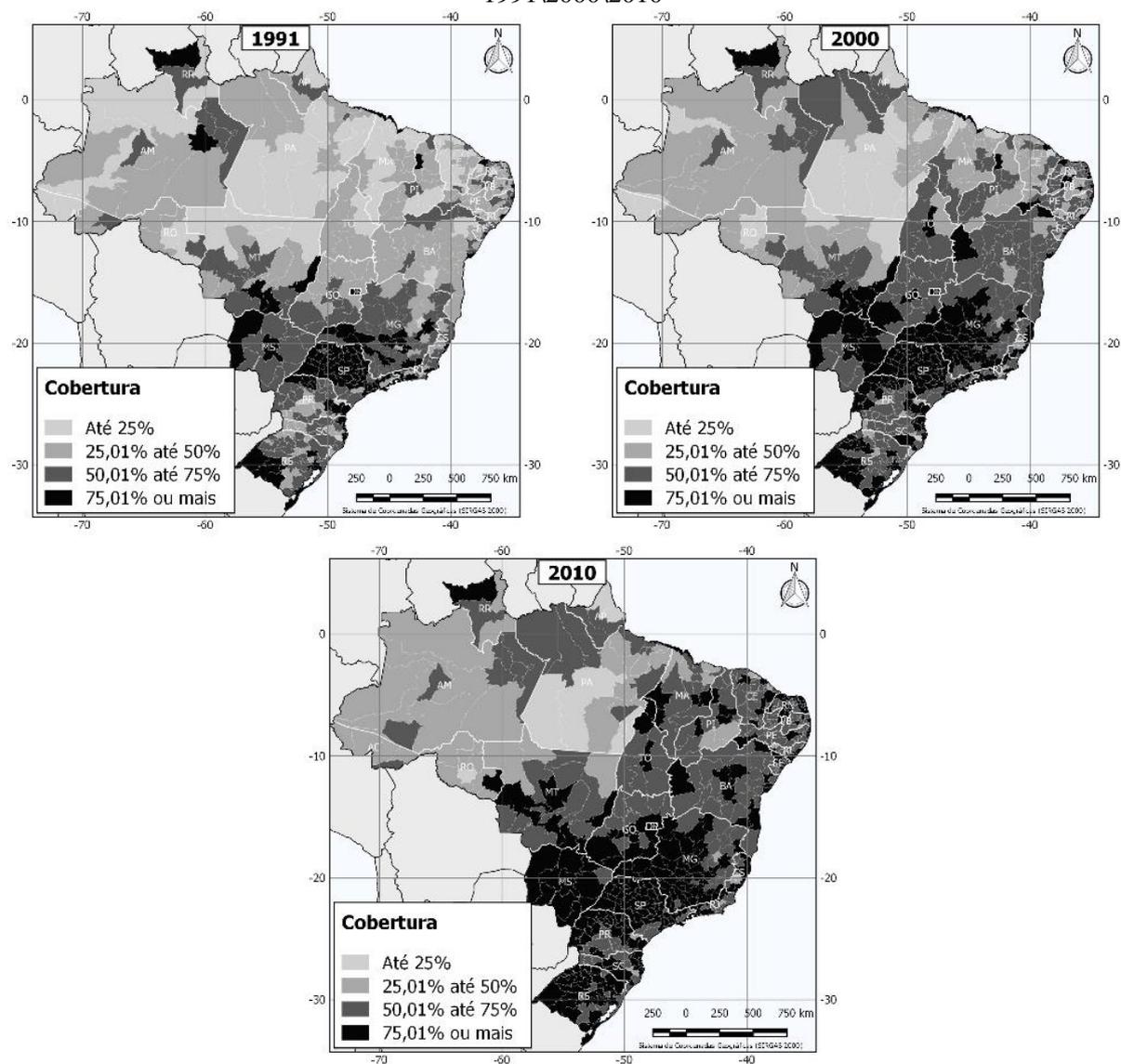
Apesar da ausência de alguns serviços em certas localidades, a população consegue suas necessidades atendidas por outras formas, mas que nem sempre são adequadas. As tabelas AC4.1 e AC4.2, apresentadas no Apêndice deste capítulo, mostram a distribuição mais detalhada das formas de acesso a água potável e esgotamento sanitário adequado. Grande parte dos domicílios acessa água por poços e nascentes, sobretudo aqueles situados nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul do país. Cabe ressaltar, este tipo de acesso à água demanda de maiores cuidados com consumo, como ferver e filtrar a água, pois podem não apresentar qualidade adequada. O esgotamento sanitário “encanado” ainda é bastante deficitário, pois ainda existe elevado percentual da população que ainda utiliza fossas

sépticas, como na região Sul do país, ou ainda outras localidades que não possuem esgotamento sanitário adequado, como no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, mesmo em 2010.

As figuras apresentadas a seguir (FIGURA 13) mostram a distribuição por microrregiões destes serviços no período de 1991 a 2010. É possível notar que o país ainda está distante da universalização, principalmente em relação ao esgotamento sanitário, o principal fator influenciador da mortalidade infantil, quando se tratam de características domiciliares, conforme apresentado em diversos estudos.

Em todos os serviços, observa-se que a trajetória de ampliação do acesso no período de 1991 a 2010 ocorreu no sentido Sul-Norte. As regiões Sul e Sudeste, apresentavam as maiores coberturas de serviços, enquanto que as demais regiões apresentavam pouco acesso e em algumas microrregiões quase nenhum, sobretudo no que diz respeito ao acesso a esgotamento sanitário. Em relação a energia elétrica, o próprio modelo do sistema energético nacional, ajudou a garantir, quase que a universalidade do acesso, principalmente na década de 2000.

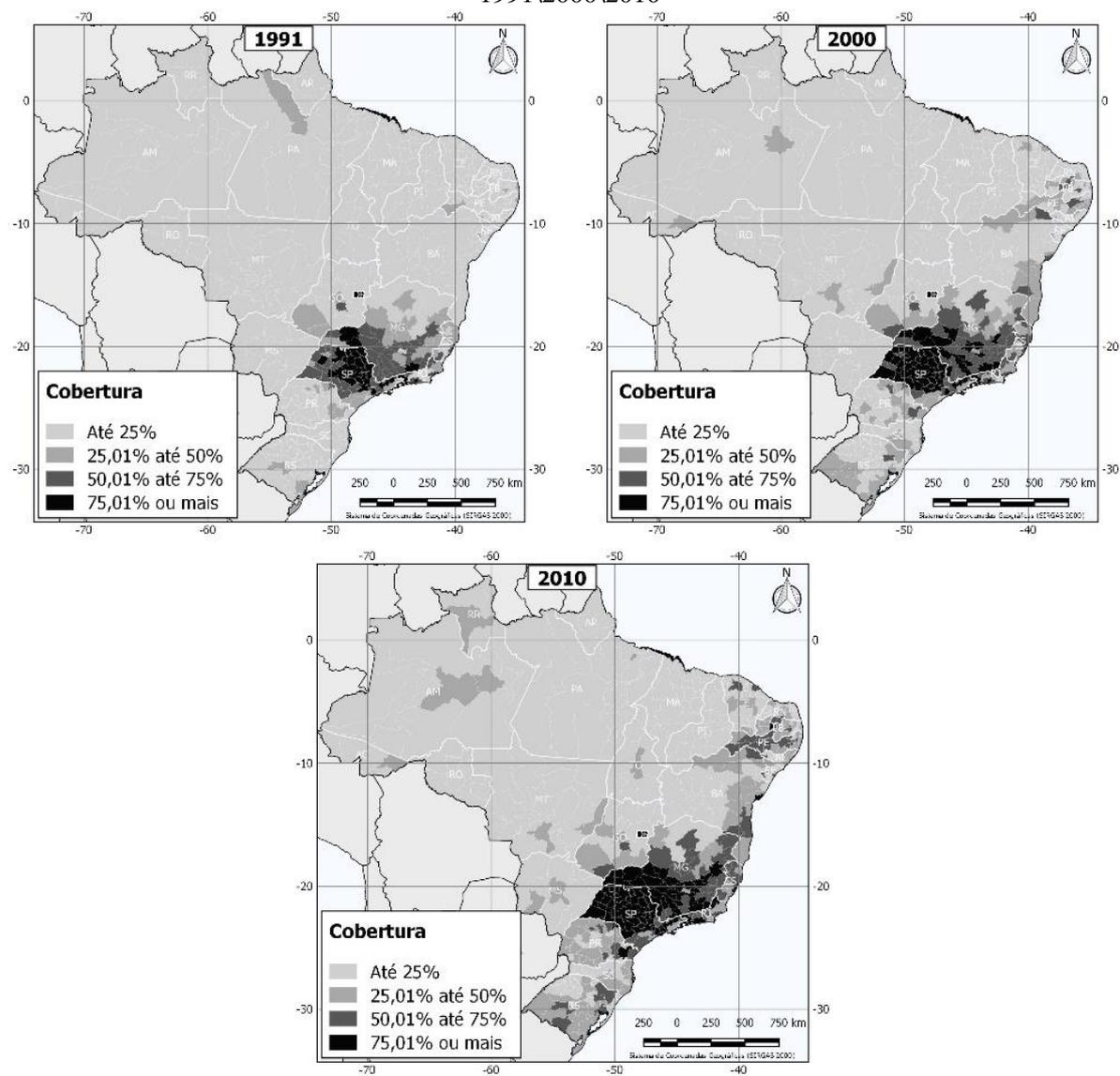
FIGURA 13 – Percentual de acesso à rede geral de distribuição de água, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010



Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: A análise descritiva destes indicadores encontra-se no Apêndice.

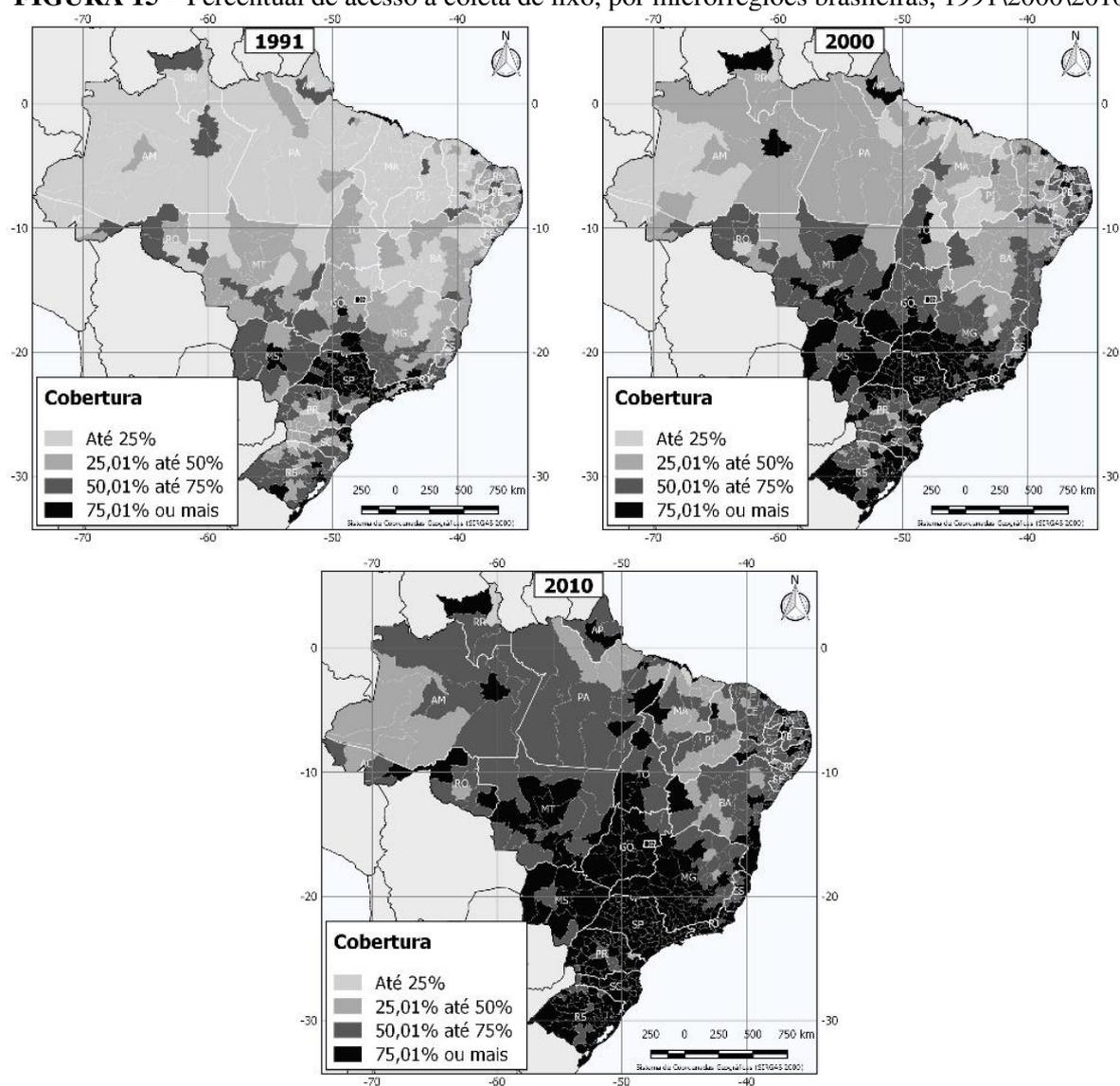
FIGURA 14 – Percentual de acesso à rede coletora de esgoto, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010



Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: A análise descritiva destes indicadores encontra-se no Apêndice.

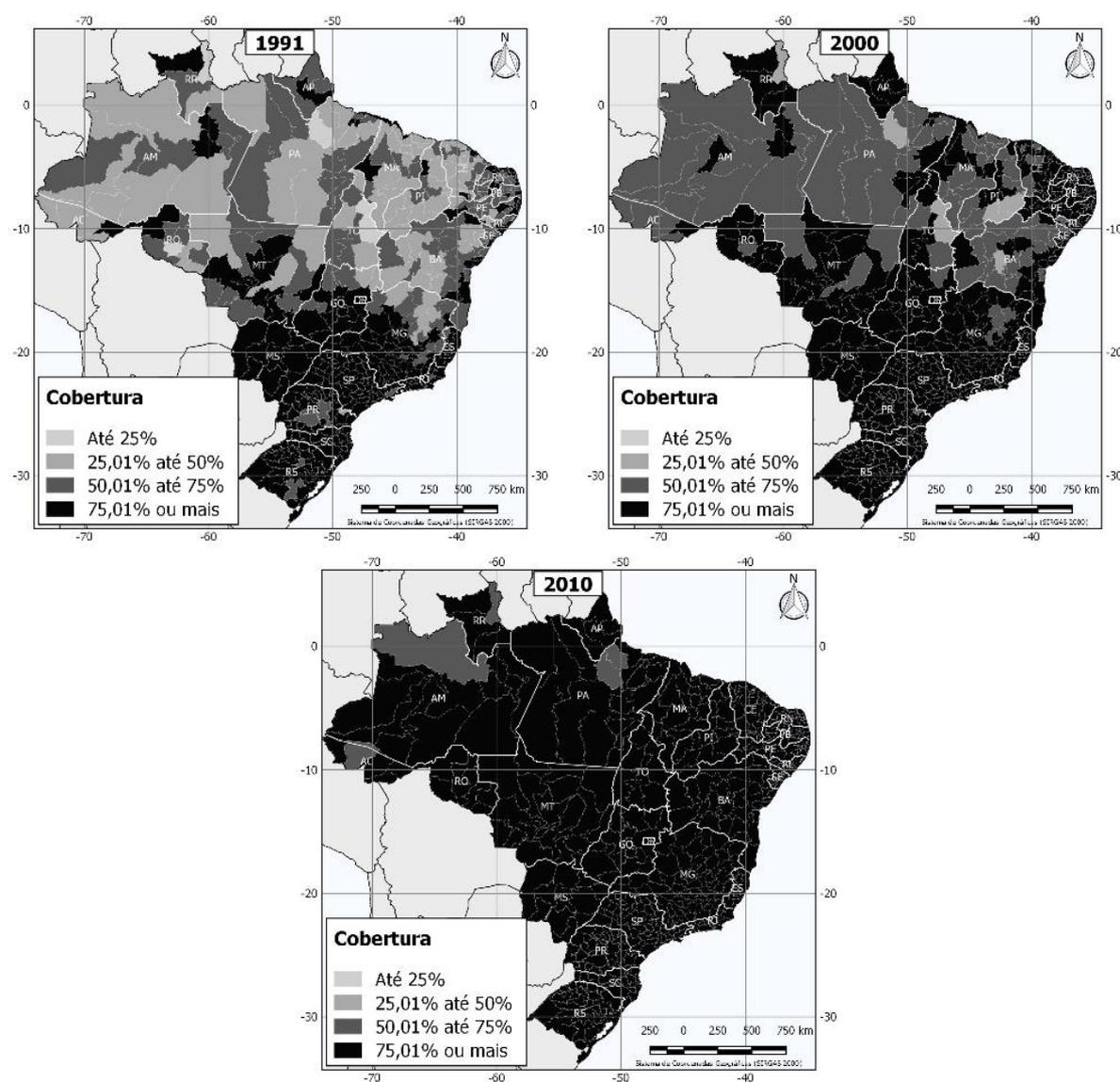
FIGURA 15 – Percentual de acesso à coleta de lixo, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010



Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: A análise descritiva destes indicadores encontra-se no Apêndice.

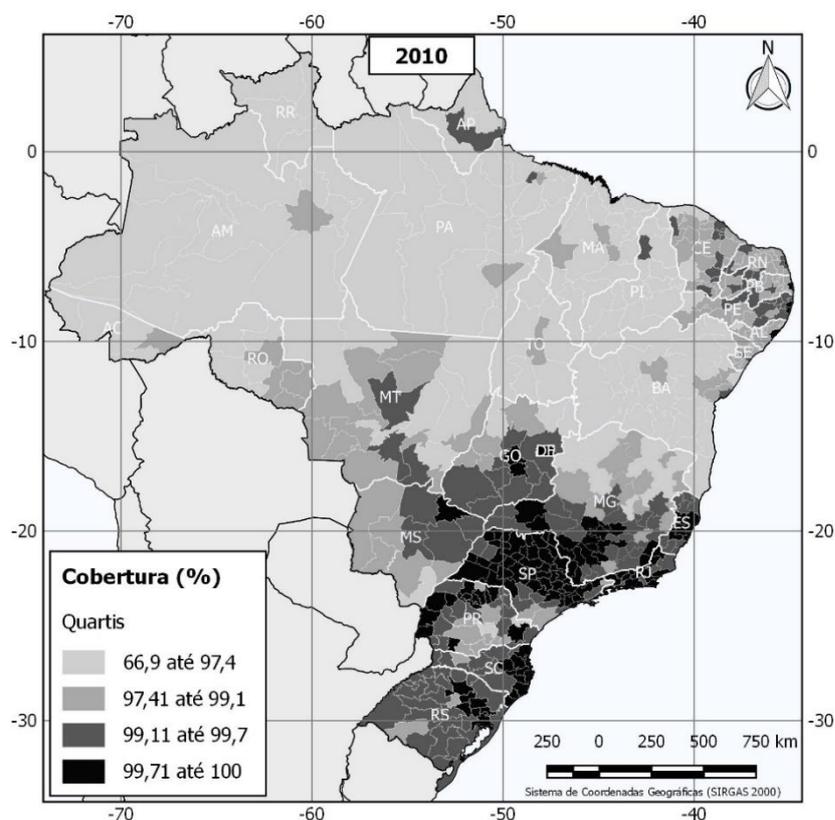
FIGURA 16 – Percentual de acesso à energia elétrica, por microrregiões brasileiras, 1991\2000\2010



Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.
Notas: A análise descritiva destes indicadores encontra-se no Apêndice.

Houve grande expansão da cobertura de energia elétrica após o ano 2000, o que levou a grande parte das microrregiões do país ter cobertura superior a 75% dos domicílios em 2010. Para detalhar melhor a distribuição espacial, optou-se por segmentar a distribuição das microrregiões por quartis (FIGURA 17). É possível observar que a microrregião com menor cobertura de energia elétrica correspondeu a 66,9% de acesso e que as regiões que possuíam as menores coberturas do país correspondiam às áreas menos urbanas, sobretudo no Nordeste e o Norte do país, localidades que ainda perduram altas taxas de mortalidade infantil.

FIGURA 17 – Percentual de acesso à energia elétrica, por microrregiões brasileiras, 2010



Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

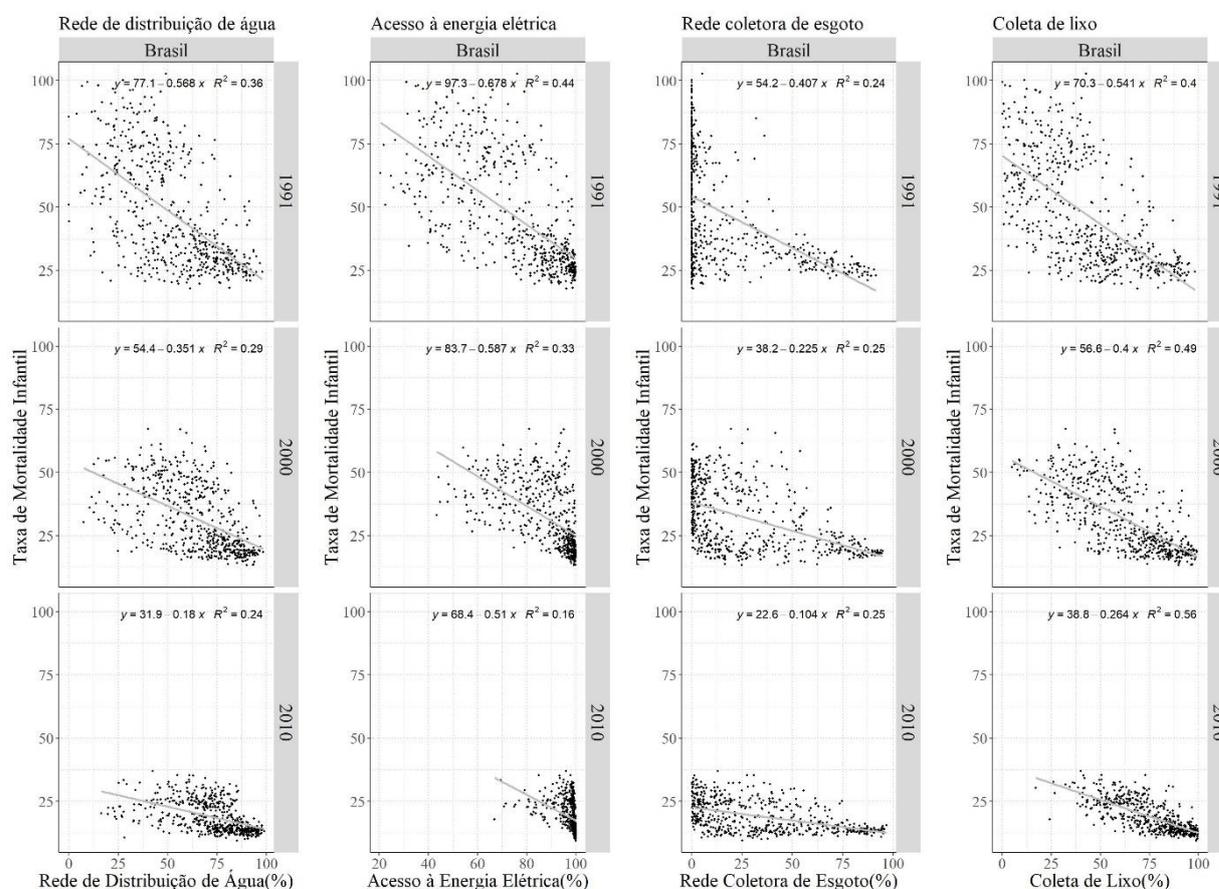
Notas: A análise descritiva destes indicadores encontra-se no Apêndice.

No que diz respeito à associação entre o acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e a taxa de mortalidade infantil, é possível observar uma relação inversa (GRÁFICO 11, GRÁFICO 12 e GRÁFICO 13. Quanto maior é a cobertura dos serviços, menor é a taxa de mortalidade infantil, existindo uma correlação negativa. Contudo, esta associação diminui com o passar do tempo e apresenta intensidade distinta de acordo com o tipo do serviço, Grande Região e Grupo de Padrão de Queda que a microrregião pertence.

O GRÁFICO 11 apresenta esta relação para o país como um todo, de acordo com cada serviço e mostrando a reta de regressão relacionada a cada gráfico de dispersão. É possível observar, a partir do coeficiente angular estimado da reta de regressão, que a associação é mais intensa para o acesso à energia elétrica e coleta de lixo, sobretudo nos anos de 1991 e 2000. Já para acesso a rede de distribuição de água e coleta de esgoto a relação é muito próxima, entre os dois tipos de serviços e homogênea ao longo dos anos. Neste Gráfico também é possível identificar mais claramente a ampliação do acesso aos serviços básicos de infraestrutura urbana e a distribuição da TMI. Serviços de água e esgoto, no ano de 2010, ainda apresentavam cobertura baixa em algumas localidades, demonstrando a grande

heterogeneidade do acesso a estes serviços no Brasil. Já o serviço de energia elétrica foi o que ampliou mais velozmente a cobertura, em grande medida devido a ampliação da rede de distribuição do setor elétrico no país.

GRÁFICO 11 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grande Região e ano



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Realizando a mesma análise, agora por Grandes Regiões, é possível notar grandes discrepâncias regionais (GRÁFICO 12). De acordo com o coeficiente angular estimado nas retas de regressão, o acesso à rede de distribuição de água apresenta pouca associação para as regiões Centro-Oeste, Sul e Norte, sendo mais discriminante para as microrregiões do Sudeste e Nordeste do país. Isto pode estar relacionado com a relevância de outras formas de acesso à água potável nestas regiões, o que passa a exercer menor influência sobre a variação da taxa de mortalidade infantil. O acesso à energia elétrica é mais importante para as microrregiões da região Sudeste e em menor intensidade para as demais regiões do país. Em relação ao acesso a esgotamento sanitário pela rede coletora, verifica-se maior relação para as regiões Norte e Nordeste do país, que apresentou maiores coeficientes de inclinação das retas estimadas em

todos os anos, sobretudo nos primeiros anos. A coleta de lixo também se mostra importante, contudo, em menor intensidade para a região Sul do país.

GRÁFICO 12 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grande Região e ano

(continua)

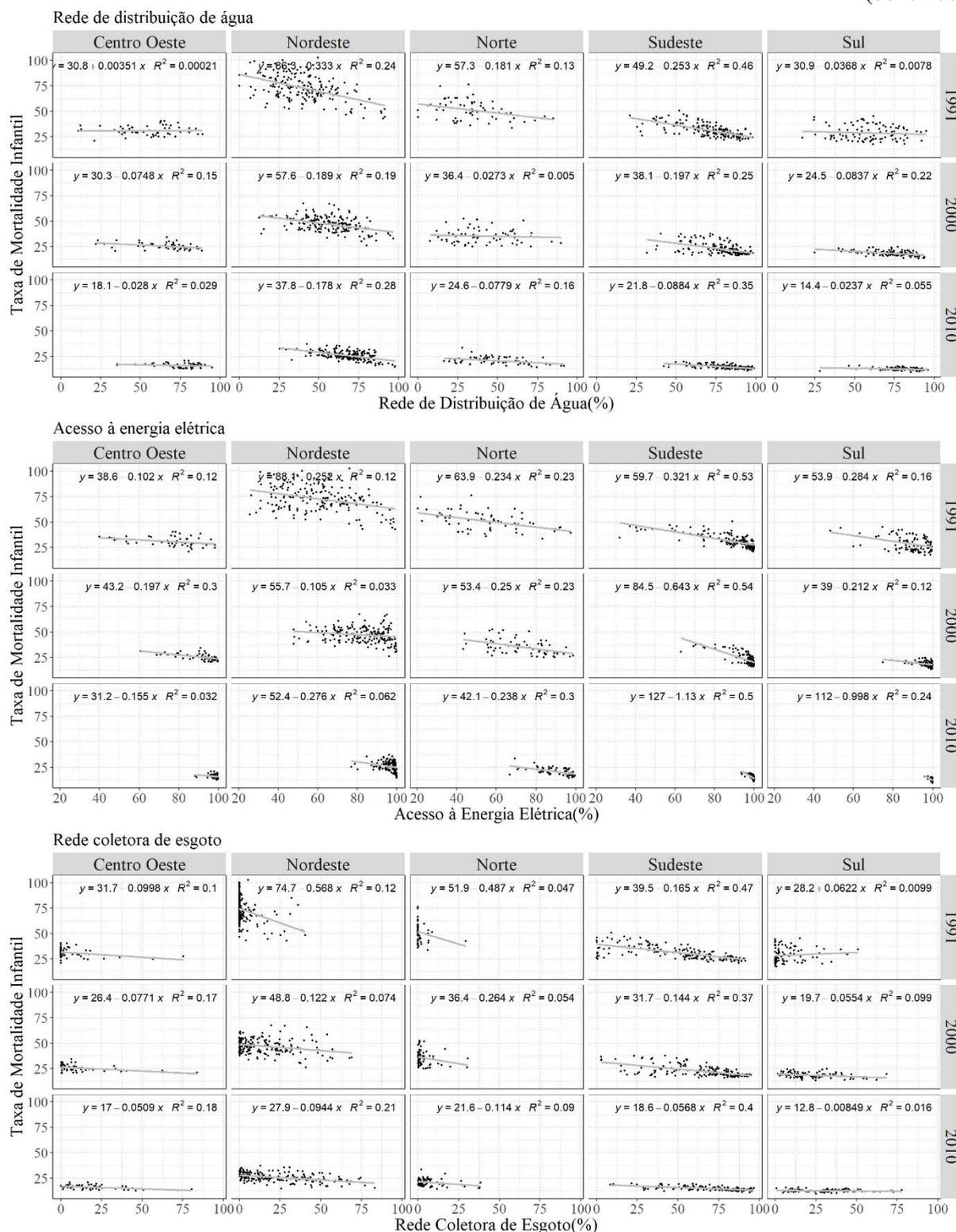
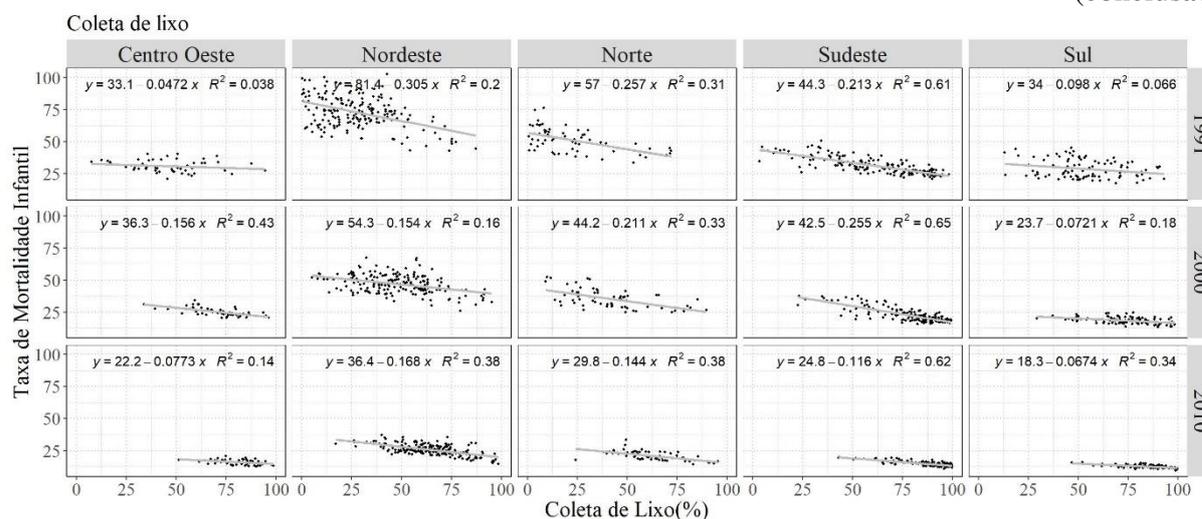


GRÁFICO 12 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grande Região e ano

(conclusão)



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

O GRÁFICO 13 apresenta análise similar, porém ao invés das microrregiões sendo representadas por Grandes Regiões, estão segmentadas de acordo com o Padrão de Queda da Mortalidade Infantil. Nota-se que apesar dos serviços básicos de infraestrutura urbana não terem sido variáveis consideradas na segmentação das microrregiões por grupos de padrão de queda da TMI, elas apresentaram padrões bastante distintos por grupos de padrão de queda. Nota-se que as microrregiões que estão em um processo mais avançado de queda da mortalidade infantil, menor é a associação com os serviços básicos de infraestrutura urbana. No caso do grupo de microrregiões pertencentes ao grupo mais avançado no processo de queda da mortalidade infantil verifica-se que não existe relação entre a TMI e a cobertura a cada um dos serviços, fato que já ocorre desde 1991. Estas são microrregiões mais desenvolvidas, onde outros fatores podem estar influenciando no processo de queda da TMI, como fatores endógenos, mais relacionados à gestação, o parto e questões biológicas dos bebês.

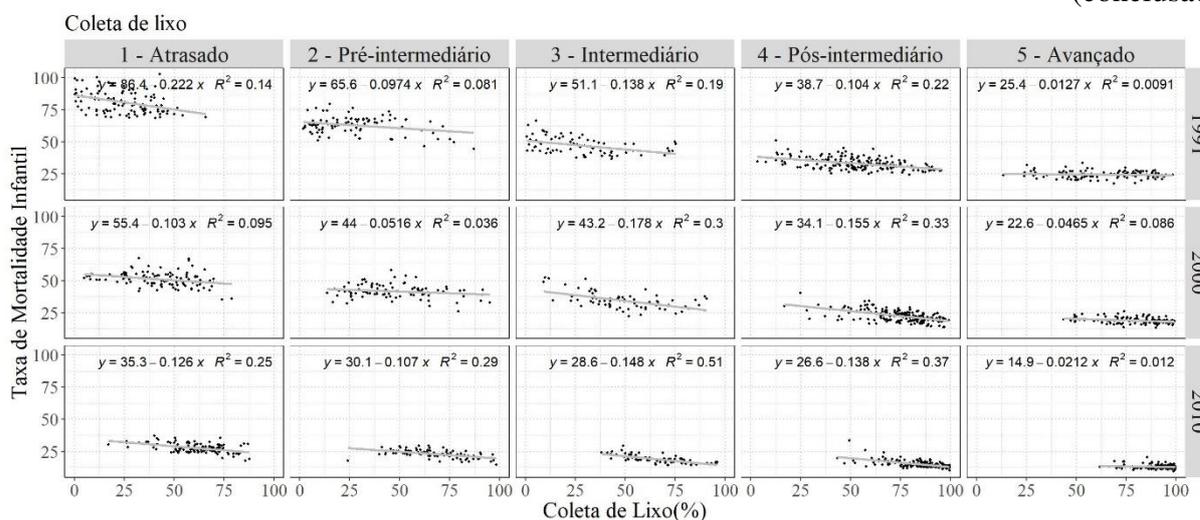
GRÁFICO 13 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grupos de Padrões de Queda e ano

(continua)



GRÁFICO 13 – Gráficos de dispersão entre a Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras e serviços básicos de infraestrutura urbana, de acordo com a Grupos de Padrões de Queda e ano

(conclusão)



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Nesta análise descritiva foi possível identificar que a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana foi heterogênea regionalmente no país. Além disso, foi possível identificar que o acesso diferenciado aos serviços tem relação inversa com o nível da mortalidade infantil das microrregiões e que isto varia por Grandes Regiões e por Grupos de Padrões de Queda da Mortalidade Infantil. As próximas seções estarão destinadas a estudar de forma inferencial a heterogeneidade do processo de queda da mortalidade e sua relação com a ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e outros tipos de fatores associados.

4.4 A dependência espacial no processo de queda da mortalidade infantil

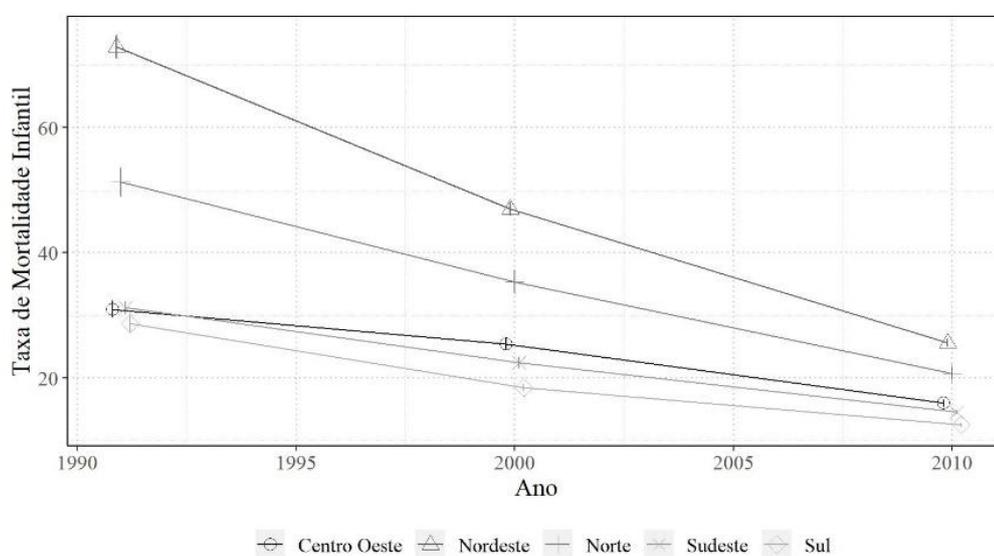
Esta etapa inicial, consistiu em identificar se existe dependência espacial. Neste caso estamos interessados em verificar se o processo de queda da mortalidade infantil é influenciado pela TMI de regiões vizinhas.

O GRÁFICO 14 apresenta os intervalos de 95% de confiança (ICs) para a média da taxa de mortalidade infantil por cada Grande Região e o GRÁFICO 15 para cada Grupo de Padrão de Queda. Nestes gráficos é possível identificar a distância e sobreposição entre os ICs, indicando a intensidade da diferença por grupo e ano.

De acordo com o GRÁFICO 14, é possível observar que a queda da mortalidade infantil foi mais intensa no Nordeste e no Norte do país. Em grande medida, isto ocorreu, por que, em média, o nível do indicador por microrregiões era mais alto em 1991 nestas regiões,

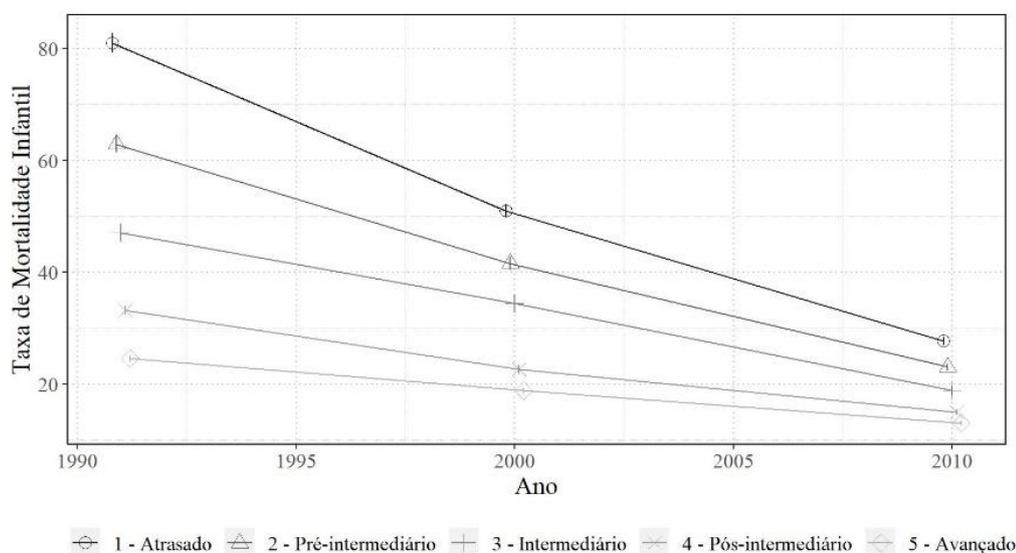
se comparado com as demais regiões do país, que não apresentavam diferença estatisticamente significativa. Estas também foram regiões em que programas sociais incidiram mais fortemente, como o Programa Bolsa Família e o Programa Saúde da Famílias, conforme apresentado na revisão da literatura. Nos anos subsequentes, a diferença entre as Grandes Regiões passou a diminuir, contudo sendo estatisticamente diferente no ano 2000 e em 2010, não havendo sobreposição dos intervalos de confiança em nenhum ano. O GRÁFICO proporciona análise similar, porém, a respeito dos distintos padrões de queda da mortalidade infantil. É possível identificar que em todos os anos houve diferença significativa entre todos os grupos de padrões de queda, o que significa que o processo de queda da mortalidade infantil vem ocorrendo de forma heterogênea no país.

GRÁFICO 14 – Intervalos de 95% de confiança para a média da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, de acordo com a Grande Região e ano



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

GRÁFICO 15 – Intervalos de 95% de confiança para a média da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, de acordo com o Padrão de Queda da mortalidade infantil e ano



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Conforme descrito na estratégia de modelagem, foi estimado o modelo de efeitos aleatórios, para dados em painel balanceados, considerando a variável de processo de queda e grandes regiões, como variáveis independentes e a taxa de mortalidade infantil como variável dependente. Foram utilizadas quatro parametrizações: a versão clássica de dados em painel e três possibilidades de parametrização de dados em painel espaciais (SAR, SEM e SARAR). A estimação foi realizada para cada painel temporal, 1991/2010, 1991/2000 e 2000/2010. Para definir o melhor modelo que contribui para representar a variação da queda da mortalidade infantil, foi utilizado o critério de informação AIC.

De acordo com o AIC de cada modelo estimado TABELA 13 é possível observar que a inserção da dependência espacial contribuiu para explicar melhor o processo de queda da mortalidade infantil no Brasil, pois apresentaram os menores AICs em todos os painéis, se comparados com os modelos não espaciais. Além disso, o modelo *SARAR*, que incorpora o efeito espacial na variável dependente e nos resíduos, foi o modelo que apresentou melhor desempenho em todos os casos.

TABELA 13 – Critério de Informação (AIC) de regressões de dados em painel para a queda da mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, em função dos padrões de queda e Grande Região, por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)

Painel	Não Espacial	SAR	SEM	SARAR
1991, 2000, 2010	13.550	10.704	10.439	10.146
1991, 2000	8.343	7.297	7.046	6.900
2000, 2010	7.864	6.464	6.283	6.100

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil. Variáveis independentes: Padrões de Queda e Grandes Regiões.

Considerando as constatações realizadas, pode-se concluir que existe dependência espacial no processo de queda da mortalidade infantil. A dependência é configurada não apenas no valor da TMI e de regiões vizinhas, mas também nos fatores não observáveis do modelo.

4.5 A queda da mortalidade infantil associada aos serviços básicos de infraestrutura urbana

A segunda etapa do processo de estimação de modelos de dados em painel espaciais, consistiu na estimação de modelos de regressão múltipla, no qual os serviços básicos de infraestrutura urbana são analisados conjuntamente. O objetivo é responder as perguntas de pesquisa: *Como se mantém as relações entre serviços básicos de infraestrutura e a mortalidade infantil no decorrer no tempo e regionalmente no Brasil? Quais serviços são mais importantes?*

De acordo com os resultados apresentados na TABELA 14, pode-se observar que o AIC de cada modelo diminuiu ao longo do tempo, o que indica que o poder explicativo dos serviços básicos de infraestrutura urbana aumentou para explicar o processo de queda da mortalidade no período mais recente, 2000/2010, quando são analisados apenas os serviços básicos de infraestrutura urbana. Outra constatação importante é que em todos os painéis, o coeficiente espacial autoregressivo foi significativo, indicando que o processo de queda da mortalidade também sofre influência da mortalidade infantil do entorno das microrregiões. Além disso, componente espacial é importante para a compreensão do processo de queda da mortalidade infantil, que vem ocorrendo de forma diferenciada entre as Grandes Regiões do país, mas principalmente de acordo com os distintos padrões de queda. Em todos os modelos, todos os serviços básicos de infraestrutura urbana tiveram coeficiente estimado negativo, o que indica que quanto maior foi o acesso ao serviço, menor tende a ser a mortalidade infantil.

Cabe ressaltar que os testes de especificação do modelo indicaram ser adequada a parametrização utilizada, com efeitos aleatórios e dependência espacial, pois os Testes de Multiplicadores de Lagrange indicaram que $\sigma_a^2 \neq 0$ e $\rho \neq 0$, a um nível de 5% de significância. No painel completo a dependência espacial é positiva, indicando que quanto maior a TMI, maior a TMI de regiões vizinhas. Contudo, quando são analisados separadamente os painéis parciais, existe mudança do sinal do coeficiente autorregressivo (ρ) e do coeficiente espacial vinculado aos fatores não observáveis (λ). No caso da dependência espacial na TMI a intensidade tendeu a aumentar, enquanto que a dependência nos fatores não observáveis tendeu a diminuir no painel de 2000/2010, se comparado com o painel 1991/2000.

Ainda segundo os resultados apresentados na TABELA 14, os coeficientes estimados para as variáveis categóricas podem ser interpretados como a ordem da intensidade de queda da TMI no período do painel, entre seus diferentes níveis em função no nível referência. Neste caso, controlando pelos efeitos dos serviços básicos de infraestrutura urbana e distintos grupos de queda da mortalidade infantil, o processo de queda da mortalidade infantil no período como um todo, foi maior no Sudeste, seguido da região Sul, Centro-Oeste, Norte e Nordeste. No primeiro decênio, período entre 1991 e 2000, queda da TMI no Nordeste foi a mais intensa se comparada com a região Sudeste, seguida da região Norte. Para as demais regiões, Sul e Centro-Oeste, a queda foi tão intensa quanto a região Sudeste. Neste caso não se pode afirmar que houve diferença estatística entre as regiões, a um nível de 5% de significância. No último decênio, período entre 2000 e 2010, o Sudeste apresentou a queda mais intensa e, não se pode afirmar que o Centro-Oeste foi diferente estatisticamente. Neste decênio, a queda na região Sul foi menos intensa que o Sudeste, seguido das regiões Norte e Nordeste, que também ocorrem em menor intensidade se comparado ao Sudeste. Desta forma, independente dos serviços básicos de infraestrutura urbana e padrões de queda, estas foram as constatações realizadas a respeito das diferenças regionais do processo de queda da mortalidade infantil.

Realizando o mesmo tipo de análise, agora por Grupos de Padrões de Queda da TMI, observa-se que em todos os painéis analisados o resultado foi semelhante. Quanto mais avançada no processo de queda da mortalidade infantil, controlando-se os demais fatores, menor foi a intensidade da queda da TMI. Em relação a interpretação dos resultados referentes aos serviços básicos de infraestrutura urbana, ou seja, coeficientes estimados na regressão, optou-se por realizá-los a partir do GRÁFICO 16, onde fica mais fácil identificar as diferentes magnitudes dos efeitos de cada serviço.

TABELA 14 – Regressões de dados em painel espacial (SARAR) para a queda da mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, em função dos Padrões de Queda, Grande Região e serviços básicos de infraestrutura urbana, por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)

Variáveis	1991, 2000, 2010	1991, 2000	2000, 2010
Intercepto	39,475 ^{***}	85,686 ^{***}	32,496 ^{***}
Grande Região			
Sudeste	-	-	-
Centro-Oeste	-2,495 ^{***}	2,322	-1,069 ^{***}
Nordeste	-9,104 ^{***}	11,708 ^{***}	-5,527 ^{***}
Norte	-6,172 ^{***}	5,981 [*]	-4,563 ^{***}
Sul	-1,102 [*]	-2,856	-1,226 [*]
Grupo de Padrão de Queda da TMI			
Atrasado	-	-	-
Pré-intermediário	-8,241 ^{***}	-9,841 ^{***}	-5,266 ^{***}
Intermediário	-12,075 ^{***}	-15,837 ^{***}	-7,201 ^{***}
Pós-intermediário	-13,916 ^{***}	-21,769 ^{***}	-8,455 ^{***}
Avançado	-14,613 ^{***}	-25,005 ^{***}	-8,406 ^{***}
Rede de distribuição de água	-0,033 ^{**}	-0,028 [*]	-0,006
Rede coletora de esgoto	-0,025 ^{**}	≈0	-0,012
Coleta de lixo	-0,004	-0,033 [*]	-0,078 ^{***}
Acesso à energia elétrica	-0,178 ^{***}	-0,087 ^{***}	-0,127 ^{***}
Parâmetros da Variância do Erro			
$\hat{\alpha}$	0,648 ^{***}	0,666 ^{***}	0,687 ^{***}
$\hat{\lambda}$	-0,253 ^{**}	0,967 ^{***}	-0,172 [*]
Coefficiente Espacial Autorregressivo			
$\hat{\rho}$	0,796 ^{***}	-0,621 ^{***}	0,778 ^{***}
Log Verossimilhança	-5052	-3375	-3032
AIC	10.131	6.776	6.092
Testes de Multiplicadores de Lagrange			
$H_0^a: \rho = 0 = \sigma_\alpha^2$; $H_1^a: \rho \neq 0$ ou $\sigma_\alpha^2 \neq 0$	28,962 ^{***}	20,886 ^{***}	16,726 ^{***}
$H_0^b: \rho = 0 \forall \sigma_\alpha^2 \geq 0$; $H_1^b: \rho \neq 0 \forall \sigma_\alpha^2 \geq 0$	37,461 ^{***}	23,164 ^{***}	22,459 ^{***}
$H_0^c: \sigma_\alpha^2 = 0 \forall \rho \geq 0$; $H_1^c: \sigma_\alpha^2 \neq 0 \forall \rho \geq 0$	5,192 ^{***}	13,343 ^{***}	11,468 ^{***}

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

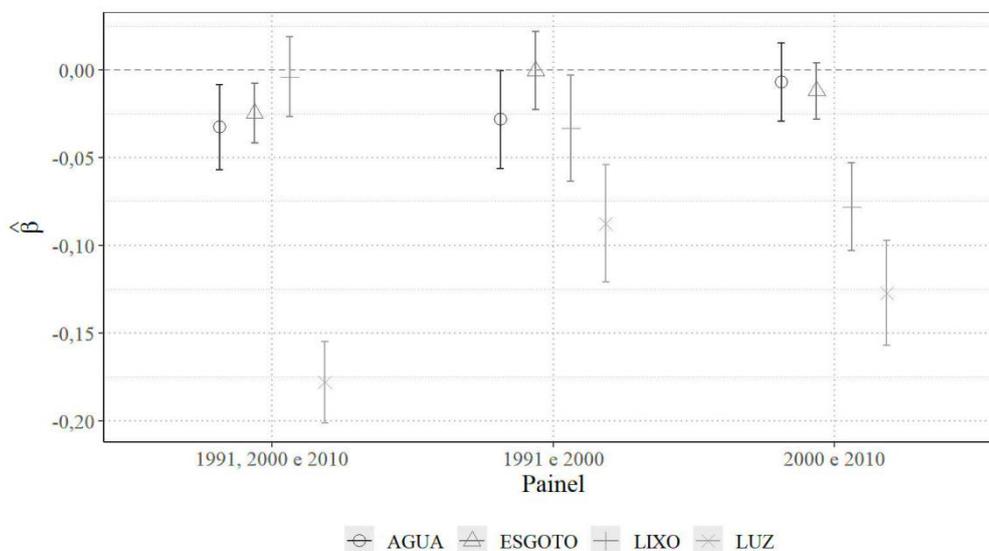
*** p-valor até 0,001, ** p-valor até 0,01, * p-valor até 0,05, “.” p-valor até 0,1 e vazio para não significativo.

Além dos resultados apresentados, a estimação dos modelos por painel possibilitou identificar quais são os serviços básicos de infraestrutura urbana que possuem maior associação com o processo de queda da mortalidade infantil. De acordo com o GRÁFICO 16, que apresenta os intervalos de 95% de confiança para os coeficientes dos modelos de regressão estimados (TABELA 14), o acesso à energia elétrica foi o serviço básico de infraestrutura urbana que apresentou maior impacto na redução da mortalidade infantil em todos os painéis. Em alguns casos o intervalo de confiança cruzou a linha do zero, indicando que o serviço não foi significativo, ou seja, não é possível rejeitar a hipótese de que o coeficiente estimado era igual a zero a um nível de 5% de significância. No painel completo, cobrindo o período de 1991 a 2010, a ordem de contribuição para explicar a queda

da mortalidade infantil foi: Acesso à Energia Elétrica, Rede de Distribuição de Água e Rede Coletora de Esgoto, já Coleta de Lixo não foi significativo. Para o período de 1991 a 2000, a ordem de contribuição neste período foi: Acesso à Energia Elétrica, Coleta de Lixo e Rede de Distribuição de Água, já Rede Coletora de Esgoto não significativos demais serviços não foram significativos. No último painel, que abarca o período mais recente (2000/2010), a ordem de contribuição foi: Acesso à Energia Elétrica e Coleta de Lixo, os demais serviços não foram significativos. Desta forma, observa-se que houve variação importante em relação entre os serviços básicos de infraestrutura urbana e processo de queda da TMI, de acordo com o decênio estudado.

A ampliação do acesso a Rede Coletora de Esgoto foi importante para explicar a queda da TMI no período como um todo, contudo, devido ainda a sua grande heterogeneidade, especialmente devido a localidades nas quais persistem baixas coberturas, em todos os decênios, o esgotamento sanitário encanado não foi significativo. Cabe ressaltar, que existem outras formas de ter esgotamento sanitário adequado, como é o caso da utilização de fossas sépticas, recurso largamente utilizado no país. Desta forma, a cobertura da rede coletora de esgoto seria apenas parte do percentual da população com acesso a esgotamento sanitário adequado. O mesmo pode ser pensando para o acesso à água pela rede de distribuição.

GRÁFICO 16 – Intervalos de 95% de confiança para os coeficientes estimados para a regressão da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, em função da Grande Região, Padrão de Queda da mortalidade infantil e serviços básicos de infraestrutura urbana por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

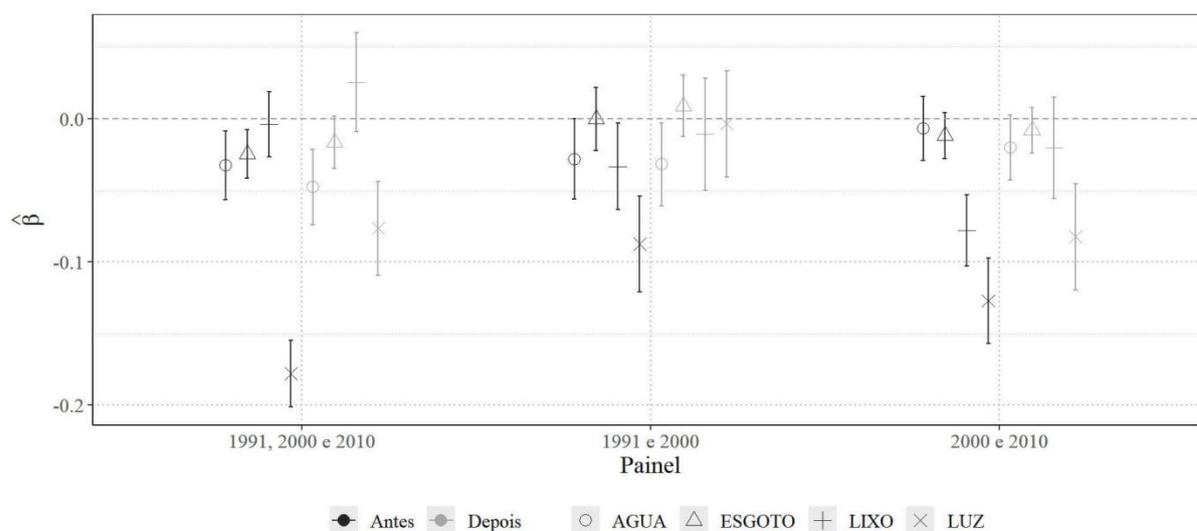
Foi possível observar que existe variação no poder de contribuição dos serviços básicos de infraestrutura urbana, para explicar a queda da mortalidade infantil, de acordo com o período temporal observado. Apesar da importância do acesso a esgotamento sanitário adequado, no período como um todo, o acesso à energia elétrica foi mais importante no período inicial e no período final, assim como a coleta de lixo apresentou grande importância nos dois períodos.

4.6 A importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana se mantém mesmo quando são controlados outros fatores para explicar a queda da mortalidade infantil?

Para verificar a importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana quando outros fatores contextuais são analisados no modelo, foram reestimados os modelos SARAR de efeitos aleatórios. Para isto, foram inseridas outras variáveis no modelo: taxa de analfabetismo de pessoas de 15 anos e mais, renda média domiciliar *per capita* a preços de julho de 2010, percentual da população vivendo com menos de meio salário mínimo por mês, taxa de urbanização e razão criança-mulher, esta última como *proxy* taxa de fecundidade. Utilizando esta primeira estimação, em que o ajuste no modelo pode ser observado no Apêndice deste capítulo, foram extraídos os intervalos de confiança dos coeficientes

estimados das variáveis de infraestrutura urbana e comparados com os anteriormente apresentados no GRÁFICO 16. Pode-se observar que a inserção de outros importantes diferenciais na mortalidade infantil influenciou na significância dos efeitos dos serviços básicos de infraestrutura urbana. Os serviços básicos de infraestrutura urbana perderam força para explicar o processo de queda da mortalidade infantil e em alguns casos deixaram de ser significativos, conforme apresentado no GRÁFICO 17.

GRÁFICO 17 – Intervalos de 95% de confiança para os coeficientes estimados dos serviços básicos de infraestrutura urbana, para a regressão da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões brasileiras, em função dos modelos de Antes e Depois de inserir outras variáveis contextuais e por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Antes: Corresponde ao modelo da TABELA 14, onde são controlados: Grandes Regiões, Padrões de Queda e serviços básicos de infraestrutura urbana. Depois: modelo apresentado no Apêndice, onde são adicionadas as variáveis contextuais.

A TABELA 15 apresenta o AIC dos modelos estimados, desde o modelo nulo não espacial, ou seja, aquele sem variáveis, até o modelo espacial completo, com o efeito espacial, a Grande Região (GR), os Padrões de Queda (PQ), os serviços básicos de infraestrutura urbana (Serviços) e as demais variáveis contextuais (Contextuais) para explicar a queda da mortalidade infantil, de acordo com cada painel. É possível observar a inserção da componente espacial, sozinha, já contribui consideravelmente para melhor o poder explicativo do ajuste do modelo para a TMI. No painel completo isto correspondeu a uma redução de cerca de 22% no AIC e em menor medida nos demais painéis, havendo aumento da sua participação na redução do AIC se comprarmos o painel 1991/2000 com o painel 2010. Para

facilitar a compreensão dos resultados foi construída uma nova tabela (TABELA 16), com base na TABELA 15.

TABELA 15 – Critério de Informação (AIC) de regressões de dados em painel para a queda da mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, em função dos distintos modelos estimados, por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)

Modelo	1991, 2000, 2010		1991, 2000		2000, 2010	
	AIC	%	AIC	%	AIC	%
Nulo Não Espacial	13.550	-	8.343	-	7.864	-
Nulo Espacial	10.615	-21,66	7.393	-11,39	6.445	-18,04
Espacial + GR + PQ	10.146	-25,12	6.900	-17,30	6.100	-22,43
Espacial + GR + PQ + Serviços	10.131	-25,23	6.776	-18,78	6.092	-22,53
Espacial + GR + PQ + Serviços + Contextuais	9.865	-27,20	6.676	-19,98	5.902	-24,95

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Nulo = modelo sem variáveis, GR = Grande Região, PQ = Padrões de Queda da TMI, Serviços = Variáveis relacionadas aos serviços básicos de infraestrutura urbana e contextual = outras variáveis importantes para análise dos processos de queda da mortalidade no Brasil.

Para mensurar o poder de contribuição dos efeitos dos grupos de variáveis na explicação da queda da mortalidade infantil, foram mensurados indicadores derivados da TABELA 15. Primeiramente, em cada modelo, foi calculada a redução do AIC em relação ao modelo nulo não espacial. Como os modelos são aninhados, foi possível particionar o efeito de cada inserção de novo grupo de variáveis. De forma prática, tomando como exemplo o painel completo (1991, 2000 e 2010), a inserção do efeito espacial, via modelo SARAR contribuiu para reduzir em 2.935 pontos o AIC do modelo nulo não espacial, passando de 13.550 para 10.615. Por conseguinte, a inserção das variáveis Grande Região e Padrões de Queda, reduziu o AIC em 469 pontos, se comparado com o AIC do modelo nulo espacial, passando de 10.615 para 10.146. A mesma lógica foi utilizada para calcular o incremento absoluto de AIC em cada efeito (grupo de variáveis) e cada painel. A soma destes incrementos correspondeu a quanto, em cada painel, foi reduzido do AIC do modelo nulo, não espacial, em relação ao modelo completo²⁸. Por exemplo, no painel completo isto correspondeu a uma redução de 3.685 no AIC, se comparado o modelo nulo não espacial com o modelo completo. Desta forma, estamos interessados em verificar como variou o incremento relativo de cada efeito ao longo do tempo, possibilitando analisar o grau de importância dos serviços básicos de infraestrutura urbana para explicar a queda da mortalidade infantil.

²⁸ Ou seja, aquele ajustado com os efeitos espaciais, Grandes Regiões, Padrões de Queda, os serviços básicos de infraestrutura urbana e as demais variáveis contextuais.

De acordo com a TABELA 16, pode-se observar que grande parte da variação da queda da mortalidade infantil é captada pela dependência geográfica, o que demonstra a importância de considerar isso no estudo do processo que ocorre no Brasil. Isto ocorreu em todos os painéis, mas em maior intensidade no decênio mais recente, no qual houve perda de força das demais variáveis, sobretudo dos serviços básicos de infraestrutura urbana. Além disso, as variáveis que corroboram para delimitar ainda mais a estrutura espacial do processo de queda da TMI, Grande Região e Padrões de Queda, apresentaram maior importância que os serviços e variáveis contextuais. No que tange estritamente os serviços básicos de infraestrutura urbana foi observado que de forma geral, dentre os fatores analisados, eles contribuíram com cerca de menos de 1% do poder explicativo do modelo proposto, no painel completo. Contudo, eles atingiram 7,44% de participação no AIC do modelo completo, se comparado com o modelo nulo não espacial, no primeiro decênio. Isto mostra, que os serviços básicos de infraestrutura urbana, tem maior papel para explicar a queda da mortalidade infantil, sobretudo em décadas passadas, onde as desigualdades no acesso a estes serviços eram ainda maiores.

A partir dos resultados obtidos, foi possível observar que existe variação na importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura, no processo de queda da mortalidade infantil por decênio. Apesar dos serviços apresentarem maior poder para explicar as diferenças no processo de queda da mortalidade infantil no decênio 1991/2000, notou-se a diminuição na intensidade de sua ampliação, associada a intensidade da queda da TMI, no decênio posterior.

TABELA 16 – Incremento para redução do Critério de Informação (AIC) de regressões de dados em painel para a queda da mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, em função dos distintos efeitos, por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)

Efeitos	1991, 2000, 2010		1991, 2000		2000, 2010	
	Incremento Absoluto	Participação (%)	Incremento Absoluto	Participação (%)	Incremento Absoluto	Participação (%)
Espacial	2.935	79,65	950	56,99	1.419	72,32
GR + PQ	469	12,73	493	29,57	345	17,58
Serviços	15	0,41	124	7,44	8	0,41
Contextuais	266	7,22	100	6,00	190	9,68
Total*	3.685	100	1.667	100	1.962	100

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Nulo = modelo sem variáveis, GR = Grande Região, PQ = Padrões de Queda da TMI, Serviços = Variáveis relacionadas aos serviços básicos de infraestrutura urbana e Contextuais = outras variáveis importantes para análise do processos de queda da mortalidade no Brasil.

*Variação total do AIC do modelo nulo não espacial e o modelo espacial completo.

Conforme mencionado, a primeira estimação é apresentada no Apêndice, que consiste no ajuste do modelo de dados em painel espaciais (*SARAR*) completo, ou seja, com todas as variáveis. Para apresentar o detalhamento do ajuste deste modelo, foi avaliada a existência de multicolinearidade, analisando a matriz de correlações, também apresentada no Apêndice deste capítulo. A Coleta de Lixo foi a variável que apresentou as maiores correlações com as demais variáveis regressoras, em vários casos maiores que 0,8, podendo ser um indicativo de multicolinearidade. Para combater este problema, e por ela não ter sido significativa em nenhum dos painéis, desconsideramos ela das análises, resultando no modelo apresentado na TABELA 17.

Segundo já identificado no GRÁFICO 17, a inserção de variáveis contextuais fez os efeitos das variáveis de serviços básicos de infraestrutura urbana diminuírem e em alguns casos até deixarem de serem significativos, o que foi o caso da Coleta de Lixo, já retirada da análise e agora do acesso a rede coletora de esgoto (TABELA 17). Nesse sentido, as variáveis contextuais diminuem o p-valor das variáveis de infraestrutura urbana, no painel mais recente (2000-2010). Outra constatação importante é que todas as variáveis contextuais adicionadas foram significativas no painel completo (1991, 2000 e 2010), contudo nem sempre nos dois painéis secundários.

Controlando os efeitos de vizinhança, de serviços básicos de infraestrutura e contextuais, os coeficientes estimados para as grandes regiões indicam que no período completo, 1991 a 2010, a queda foi mais intensa nas regiões Sudeste e Sul, se comparado com as demais regiões. Em grande medida isto pode ter corrido por estas regiões serem mais desenvolvidas e possuírem maior acesso a equipamentos de saúde, fatores não controlados neste trabalho. Já no primeiro decênio, a queda foi maior no Norte e Nordeste, o que pode ter acontecido devido aos níveis de TMI serem mais elevados e passíveis de redução. Com o processo de queda e convergência da mortalidade infantil, o segundo decênio foi marcado por maior redução nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, isto quando todas as demais variáveis forem constantes. Realizando o mesmo tipo de análise, agora por Grupos de Padrões de Queda da TMI, observa-se que quanto mais avançada no processo de queda da mortalidade infantil a microrregião está, controlando-se os demais fatores, menor foi a intensidade da queda da TMI. Isto indica que mesmo controlando os efeitos das variáveis utilizadas na regressão, os grupos de padrão de queda ainda são diferentes entre si e discriminam o processo de redução da mortalidade infantil no Brasil.

Mesmo com a diminuição do poder explicativo dos serviços no decênio mais recente, o acesso à energia elétrica se manteve significativo, mostrando a importância que a

ampliação deste serviço contribuiu para a queda da mortalidade infantil. A forte associação entre as variáveis contextuais e a queda da TMI, e a capacidade delas expressaram o desenvolvimento econômico das regiões, provavelmente fez com que o serviço de saneamento básico deixasse de ser significativo. Elas podem ser mais discriminatórias de diferenciais na TMI, sobretudo em períodos mais recentes. Cabe ressaltar que os testes de especificação do modelo continuaram indicando que a parametrização utilizada foi adequada.

TABELA 17 – Regressões de dados em painel espacial (SARAR) para a queda da mortalidade infantil por microrregiões brasileiras, em função dos Padrões de Queda, Grande Região, serviços básicos de infraestrutura urbana e outras variáveis de contexto, por painel (1991/2000/2010, 1991/2000, 2000/2010)

Variáveis	1991, 2000, 2010	1991, 2000	2000, 2010
Intercepto	60,790 ***	84,119 ***	39,529 ***
Grande Região			
Sudeste	-	-	-
Centro-Oeste	-1,840 *	3,155	-0,747
Nordeste	-7,832 ***	12,467 ***	-5,044 ***
Norte	-6,299 ***	8,301 ***	-5,003 ***
Sul	0,404	-0,611	-0,432
Grupo de Padrão de Queda da TMI			
Atrasado	-	-	-
Pré-intermediário	-6,388 ***	-8,655 ***	-3,802 ***
Intermediário	-9,388 ***	-13,299 ***	-4,651 ***
Pós-intermediário	-11,203 ***	-18,271 ***	-5,528 ***
Avançado	-11,978 ***	-21,519 ***	-4,847 ***
Rede de distribuição de água	-0,044 ***	-0,033 *	-0,022
Rede coletora de esgoto	-0,015	0,008	-0,009
Acesso à energia elétrica	-0,072 ***	-0,005	-0,089 ***
Percentual da população vivendo com menos de ½ s.m.	-0,131 ***	-0,055	-0,007
Renda média domiciliar per capita (ln)	-6,519 ***	-3,589 **	-4,059 ***
Taxa de analfabetismo	0,279 ***	0,225 ***	0,235 ***
Taxa de urbanização	9,520 ***	3,748 *	5,570 ***
Razão criança mulher	17,054 ***	6,284 *	11,093 ***
Parâmetros da Variância do Erro			
$\hat{\alpha}$	0,489 ***	0,501 ***	0,454 ***
$\hat{\lambda}$	0,077	0,958 ***	0,117
Coefficiente Espacial Autorregressivo			
$\hat{\rho}$	0,596 ***	-0,538 ***	0,599 ***
Log Verossimilhança	-4.915	-3.320	-2.933
AIC	9.865	6.674	5.902
Testes de Multiplicadores de Lagrange			
$H_0^a: \rho = 0 = \sigma_\alpha^2; H_1^a: \rho \neq 0$ ou $\sigma_\alpha^2 \neq 0$	35,426 ***	27,393 ***	20,870 ***
$H_0^b: \rho = 0 \vee \sigma_\alpha^2 \geq 0; H_1^b: \rho \neq 0 \vee \sigma_\alpha^2 \geq 0$	27,003 ***	23,278 ***	22,712 ***
$H_0^c: \sigma_\alpha^2 = 0 \vee \rho \geq 0; H_1^c: \sigma_\alpha^2 \neq 0 \vee \rho \geq 0$	12,469 ***	11,328 ***	7,842 ***

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

*** p-valor até 0,001, ** p-valor até 0,01, * p-valor até 0,05, “.” p-valor até 0,1 e vazio para não significativo.

Foi possível observar que existe grande importância em utilizar a abordagem espacial para compreender o processo de queda da mortalidade infantil no país. Existe variação do grau de importância do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana em função dos diferentes períodos de tempo. O aumento da cobertura destes serviços, para o decênio 1991/2000, apresentava maior importância para explicar a queda da TMI do que os demais fatores clássicos diferenciais na mortalidade infantil, como: renda, escolaridade, urbanização e fecundidade.

Para ajudar a compreender a existência de fatores não observáveis locais no processo de queda da mortalidade infantil e que não foram considerados ou captados pelos modelos ajustados, será realizada a análise dos resíduos. Isto permitirá identificar onde as variáveis utilizadas em cada modelo ofereceram melhor ajuste e em quais localidades isto não ocorre. Tais análises estão presentes na próxima seção.

4.7 Análise de resíduos dos modelos estimados para painéis completos (1991, 2000, 2010)

Nesta etapa os modelos de painéis completos (1991, 2000, 2010) foram escolhidos, pois permitem estudar todo o período e verificar os resíduos ano a ano. O modelo chamado de “Antes” correspondeu ao modelo *SARAR*, com Grandes Regiões, Padrões de Queda e os serviços básicos de infraestrutura urbana, anteriormente apresentado na TABELA 14 (p. 138). O modelo chamado de “Depois” correspondeu ao ajuste que são inseridas as variáveis contextuais, anteriormente apresentado na TABELA 17 (p. 145). Foram calculados os resíduos padronizados, ou seja, os resíduos subtraindo a média e dividindo pelo desvio padrão. Isto permitiu identificar valores altos de resíduos.

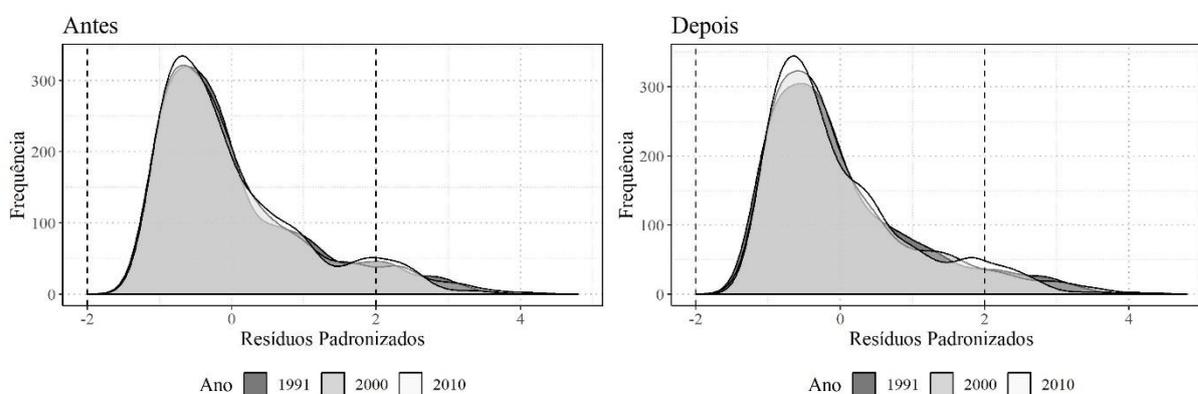
O GRÁFICO 18 e o GRÁFICO 19 apresentam as curvas de densidade dos resíduos por Grandes Regiões e de forma global para o Brasil, segundo cada ano. De forma global, os resíduos foram assimétricos, o que ocorreu em todos os anos do painel. Os valores de resíduos atípicos foram observados em localidades com alta mortalidade infantil. Outra constatação importante é que não houve mudanças significativas entre as distribuições dos resíduos dos modelos Antes e Depois, indicando que a inserção de variáveis contextuais não influencia muito no ajuste do modelo que já possuía os serviços básicos de infraestrutura urbana. Contudo, quando são estratificadas as Grandes Regiões, é possível identificar onde o ajuste do modelo teve melhor desempenho.

Nos resultados por Grandes Regiões, é possível identificar novamente que existe pouco ganho explicativo nos modelos quando são inseridas contextuais, para além dos serviços básicos de infraestrutura urbana. Outro ponto importante é que em todas as

distribuições, existem formatos de distribuições bimodais, isto deve-se aos Grupos de Padrões de Queda da TMI, o que reforça a importância da presença de Grande Regiões e Grupos de Padrões de Queda, para particionar a variabilidade da queda da TMI.

Ainda de acordo com o GRÁFICO 19, no que diz respeito aos valores mais altos de resíduos, nota-se que isto só ocorreu nas regiões Norte e Nordeste, regiões que historicamente registram as maiores taxas de mortalidade infantis do país. Neste caso, nota-se que ainda existem importantes fatores que influenciam a queda da mortalidade infantil nestas localidades e que não foram considerados no modelo. Alguns estudos, posteriores a metade dos anos 2000, apontam que a redução da mortalidade nos primeiros anos de vida, nessas regiões, se deu principalmente devido a programas sociais, como o Programa Bolsa Família, Saúde da Família e Cisternas (AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CASTRO; SIMÕES, 2009; FRIAS; SZWARCOWALD; LIRA, 2011; GUANAIS, 2015; MACINKO; HARRIS, 2015; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010; SHEI, 2013). Estas também são regiões que historicamente se tem menor confiança de qual é o real nível de mortalidade, conforme ressaltam Silva e Paes (2018), Jorge; Laurenti e Gotlieb (2007), Mendonça; Drumond e Cardoso (2010) e diversos outros autores (LIMA; QUEIROZ, 2014a; 2014b; PAES; ALBUQUERQUE, 1999). Isto é um indicativo da importância de se continuar os avanços para melhorar a qualidade das estimativas de mortalidade em pequenas áreas no país.

GRÁFICO 18 – Histogramas de resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para os painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010, Brasil

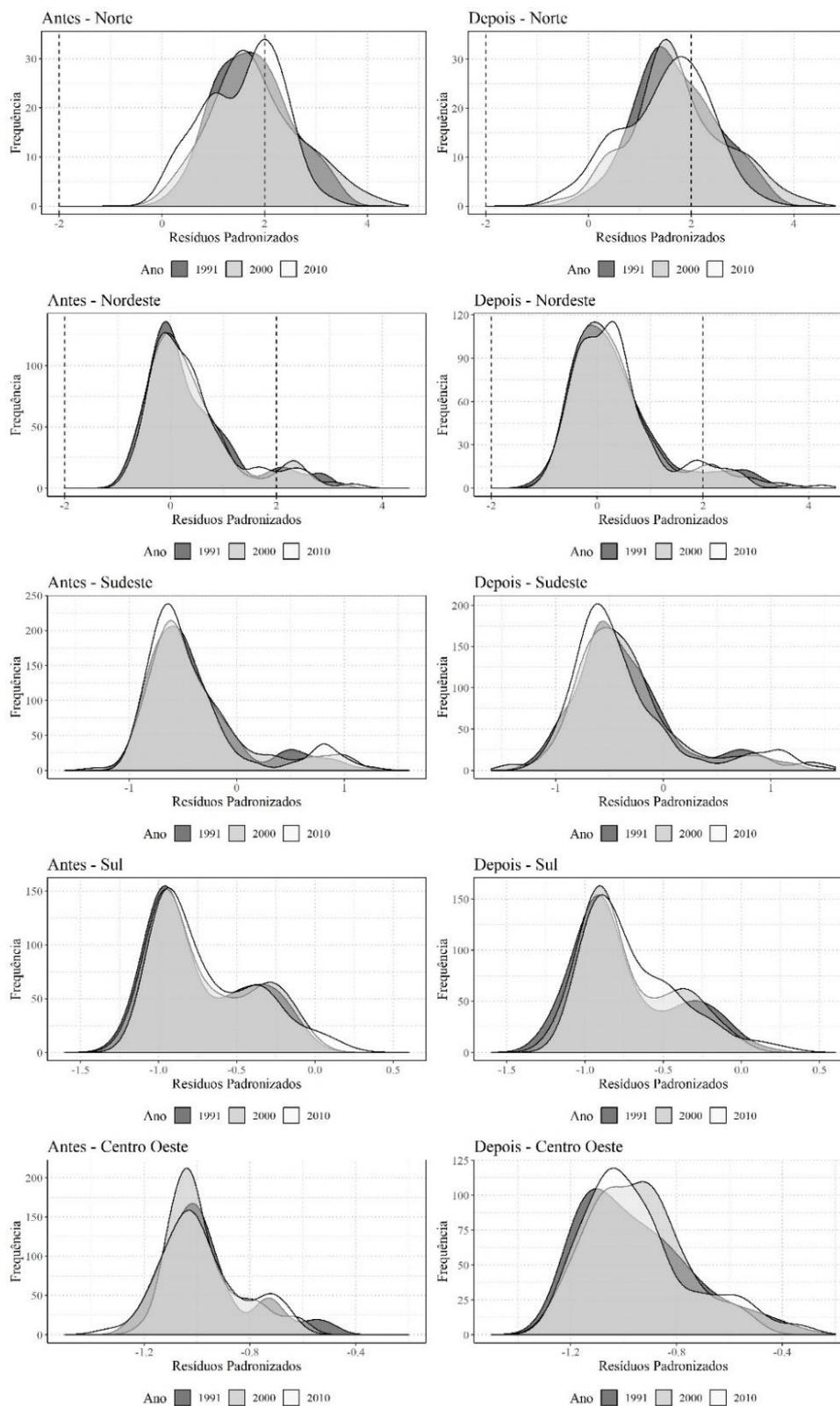


Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Antes: Grandes Regiões + Padrões de Queda + Serviços. Depois: Antes + Contextuais.

GRÁFICO 19 – Histogramas de resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para os painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010, segundo Grandes Regiões



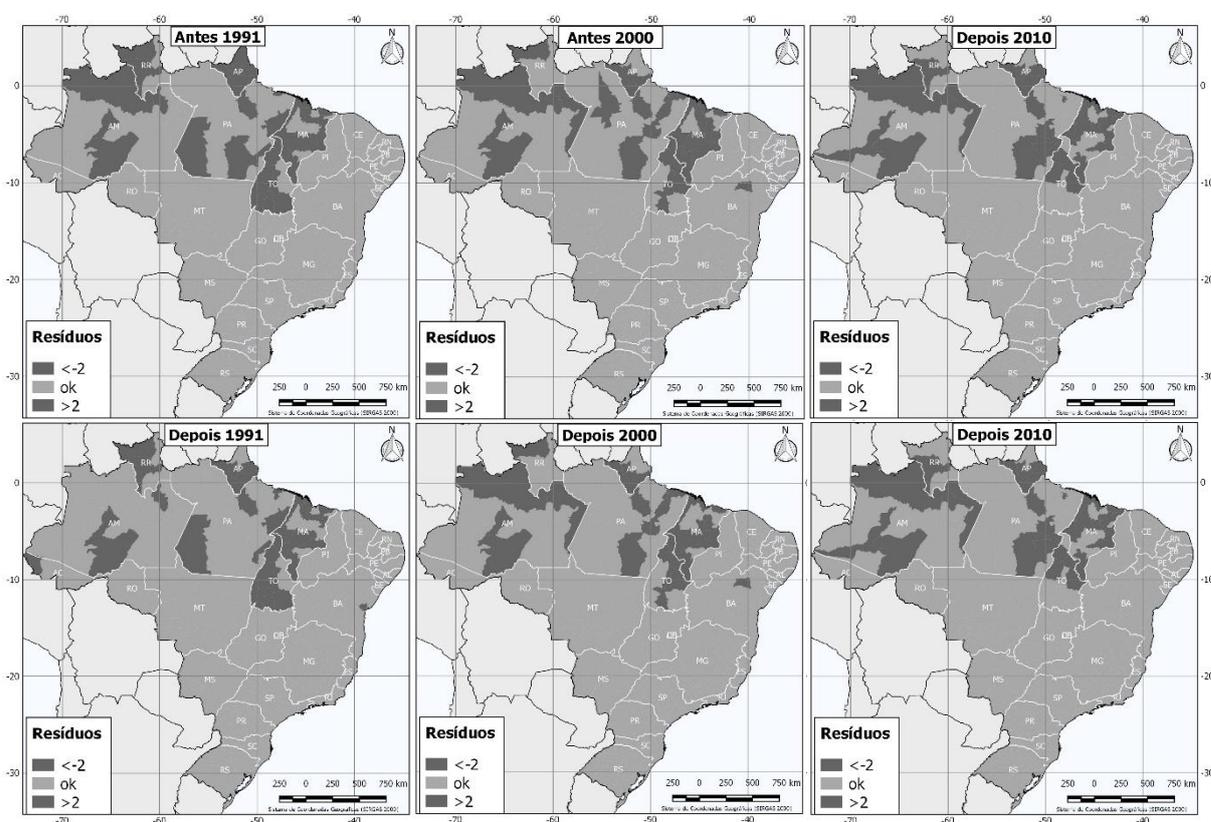
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Antes: Grandes Regiões + Padrões de Queda + Serviços. Depois: Antes + Contextuais.

A FIGURA 18 apresenta os valores críticos dos resíduos padronizados, distribuídos geograficamente por microrregiões, ano e modelo. De forma geral, observa-se que existe quase nenhuma discrepância entre os resultados apresentados, no que diz respeito a comparação entre os modelos com apenas as variáveis de serviços básicos de infraestrutura e o que adiciona variáveis contextuais. Outra importante constatação é que se encontram em algumas regiões dispersas pelo Norte do país e no Nordeste, especificamente no estado do Maranhão. Estas tratam-se de localidades que apresentam um dos maiores níveis de TMI e encontram-se as maiores desigualdades sociais e de acesso a serviços. Além disso, são localidades que se tem a pior qualidade de registros e menor confiança nas estimativas de mortalidade, conforme já mencionado.

FIGURA 18 – Mapas de valores críticos para resíduos padronizados dos modelos Antes e Depois, estimados para painéis completos (1991/2000/2010), por ano 1991, 2000 e 2010



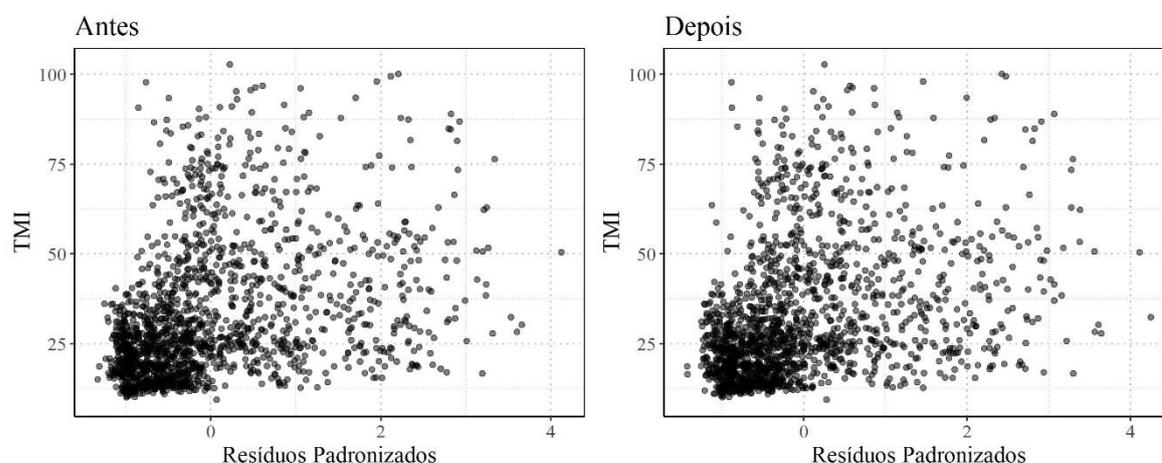
Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Por fim, o GRÁFICO 20 e GRÁFICO 21, apresentam a dispersão entre a variável dependente e os resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois. O GRÁFICO 20 apresenta o Brasil, de forma global, onde é possível notar que existe certa concentração de microrregiões com valores baixos de resíduos e baixos de TMI. Contudo, não há um padrão

estrutural nos resíduos, o que indicaria a não adequabilidade do modelo, apenas existe maior número de observações com estas características. Nota-se também que há pouca diferença entre o modelo antes e depois da inserção de variáveis contextuais, para além dos serviços básicos de infraestrutura urbana, fato já antes observado. O GRÁFICO 21 apresenta a segmentação por Grandes Regiões, onde é possível verificar que não existe nenhum tipo de padrão ou estrutura nos resíduos. Isto reforça a adequabilidade dos modelos estimados e que não existe nenhuma tendência de que os modelos têm maiores resíduos para localidades com maiores TMI ou vice-versa, que esta constatação foi devido a não estratificação por Grandes Regiões.

GRÁFICO 20 – Gráficos de dispersão da taxa de mortalidade infantil *versus* dos resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para painéis completos (1991/2000/2010), Brasil todos os anos

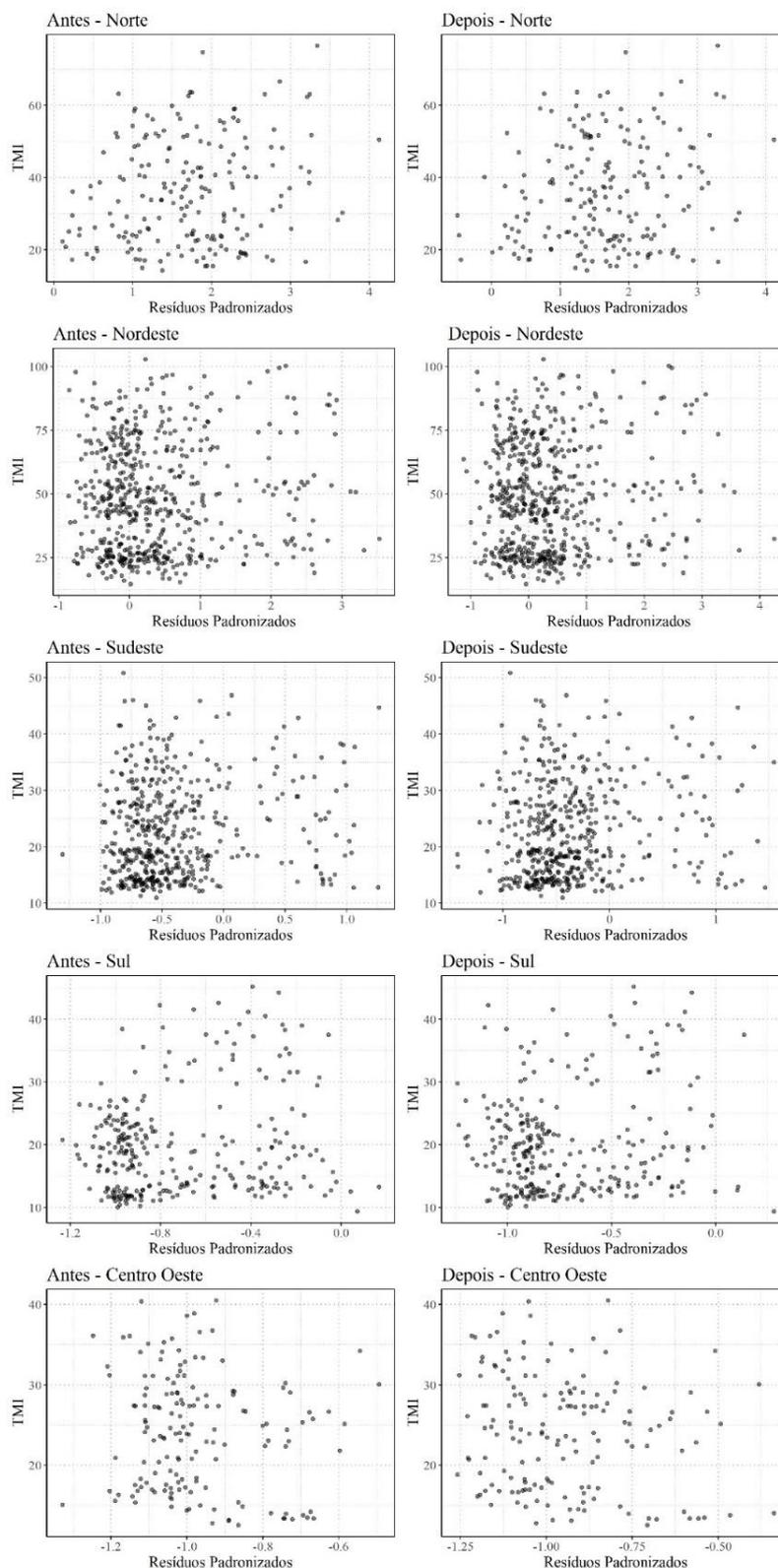


Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo *SARAR*. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Antes: Grandes Regiões + Padrões de Queda + Serviços. Depois: Antes + Contextuais.

GRÁFICO 21 – Gráficos de dispersão da taxa de mortalidade infantil *versus* dos resíduos padronizados, dos modelos Antes e Depois para painéis completos (1991/2000/2010), segundo Grandes Regiões, todos os anos



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo *SARAR*. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

Antes: Grandes Regiões + Padrões de Queda + Serviços. Depois: Antes + Contextuais.

De acordo com o que foi apresentado, foi possível observar que os modelos foram adequados, dentre as possibilidades de análise e decisões tomadas. Contudo, observou-se que ainda existem fatores não observáveis, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, em especial no estado do Maranhão, que registra as maiores TMI do país e onde se tem maior incerteza do real valor do indicador, devido à baixa qualidade dos registros de estatísticas vitais neste estado. Estas constatações só foram possíveis de identificar a partir da análise dos resíduos, recurso que muitos estudos não apresentam.

4.8 Discussão

Apesar das taxas de mortalidade infantil regionais terem diminuído significativamente no Brasil entre 1991 e 2010, pode-se dizer que elas continuam altas, caso levemos em consideração o contexto internacional. A queda da TMI variou regionalmente, apresentando forte relação com o processo de ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana. Contudo, a ampliação foi heterogênea, privilegiando áreas específicas, em grande medida, situadas nas regiões Sul e Sudeste e deixando ainda áreas de exclusão, no Norte e Nordeste, principalmente em relação ao saneamento básico. Tal constatação também foi identificada em outros estudos mais recentes (ALVES; BELLUZZO, 2005; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; SIMÕES, 2001).

As análises empíricas apresentadas neste capítulo, ajudaram a revelar que existem distintos padrões de queda da TMI no país, resultantes das múltiplas realidades regionais, devido à complexidade e das múltiplas facetas do processo em curso no país. Foi possível observar que houve grande redução da TMI nas microrregiões, porém em menor intensidade nas regiões Norte e Nordeste, se comparadas com as demais regiões. A ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana foi de grande importância para compreender o processo de queda da mortalidade, conforme identificado, e pela primeira, fez-se considerando todos os serviços. O processo de queda da TMI no Brasil teve e continua tendo, grande variabilidade e heterogeneidade regional, onde foi possível observar a importância de considerar a dependência espacial entre as microrregiões brasileiras. Tal recurso havia sido realizado apenas uma vez em estudos sobre o Brasil, por Castro e Simões (2009).

A metodologia utilizada, dados em painel, foi a mais recorrente de acordo com a revisão da literatura realizada, sobre o processo de queda da mortalidade nos primeiros anos de vida e por isso escolhida (ALVES; BELLUZZO, 2005; AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013). Foi proposto analisar o processo de queda da TMI, a partir de um

modelo de dados em painel espacial, onde foi possível comprovar que se trata de uma forma mais adequada para estudar o fenômeno, conforme é possível observar (BARUFI; HADDAD; PAEZ, 2012). O expressivo aumento do poder explicativo dos modelos espaciais, demonstraram a importância de considerar a informação da mortalidade infantil de regiões vizinhas, na análise do processo de queda da TMI.

Foi constatado que grande parte da variabilidade do processo de queda da TMI no país é explicada pela localização geográfica das microrregiões e também devido a qual dos distintos padrões de queda da TMI aos quais a microrregião pertence. Os serviços básicos de infraestrutura urbana também foram importantes fatores para explicar a queda da TMI, juntamente com as demais variáveis contextuais analisadas, mas tiveram menor importância, se comparados com os aspectos regionais. Foi possível constatar que a continuidade da ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana é importante, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste do país, historicamente esquecidas (SIMÕES, 2001), para que avanços ainda maiores na redução da mortalidade infantil sejam alcançados.

Apesar de muitos estudos apontarem o acesso à água potável e esgotamento sanitário adequado como um dos principais diferenciais na mortalidade infantil no Brasil, (ALVES; BELLUZZO, 2005; MERRICK; BERQUÓ, 1983; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; SIMÕES, 1999; VETTER; SIMÕES, 1981), observou-se que eles não apresentaram tal protagonismo no período entre 1991 e 2010. Em grande medida, isto ocorreu por que neste trabalho, não era o objetivo avaliar a queda da mortalidade com o acesso adequado a água e esgotamento sanitário, mas o acesso ao serviço. Os estudos avaliam o acesso adequado, o que no caso da água engloba além da rede de distribuição o acesso por poço ou nascente e para o caso do esgoto, além da rede coletora, a fossa séptica. Como no Brasil muitas localidades ainda fazem uso de fossas sépticas, o esgotamento sanitário pela rede coletora, apresentou pouca associação com o processo de queda da mortalidade infantil.

A modelagem longitudinal permitiu identificar a importância da ampliação do acesso à energia elétrica, que, desde 1991, teve grande relação com a forma como vem ocorrendo a queda da TMI por microrregiões no país. Isto foi possível de identificar desde a análise descritiva, através de mapas temáticos e nas análises inferenciais, através dos modelos de regressão. A abordagem inferencial revelou que este serviço gerou maior impacto na redução da TMI, de acordo com os coeficientes do modelo de regressão estimado, se comparado com os demais serviços básicos de infraestrutura urbana e sua pertinência foi observada no período como um todo e nos diferentes decênios. Cabe ressaltar, que a chegada

da energia elétrica propicia e facilita a chegada de equipamentos de saúde, além de melhorar as condições de vida e bem-estar da população, possibilitando um melhor preparo e armazenamento dos alimentos. A ampliação do serviço pode ter relação com serviços de atenção à saúde da mãe e da criança. Microrregiões com maior cobertura de energia elétrica tendem a serem mais desenvolvidas, em geral grandes centros urbanos, onde pode propiciar maior existência de estabelecimentos de saúde e com mais sofisticação, capazes de fazer a diferença para a sobrevivência de crianças em seus primeiros dias de vida, por exemplo devido a Unidades de Terapias Intensivas neonatais. Desta forma, a cobertura de energia elétrica poderia ser considerada uma *proxy* de acesso a serviços de saúde. Além disso, regiões com maior cobertura tendem a ser mais urbanizadas e desenvolvidas, o que leva a maior associação com os níveis locais de desigualdade e conseqüentemente de mortalidade infantil.

Por fim, a energia elétrica pode ser considerada *proxy* para acesso a informação (via rádio, TV, internet e outros meios), que influencia o conhecimento de campanhas de vacinação, importância de se ferver a água antes de ingerir, etc., fatores que influenciam a mortalidade infantil. Existem estudos que discutem que, o acesso a TV, em especial as novelas, influenciaram o tamanho das famílias, devido ao número reduzido de integrantes das famílias e de filhos, apresentado pelo Rede Globo em suas novelas. O processo de expansão do sinal da TV globo se relacionou com o processo de queda da mortalidade infantil, sendo um dos determinantes da queda da fecundidade no Brasil (FERRARA; CHONG; DURYEA, 2012). O processo de queda da fecundidade se relaciona com o processo de queda da mortalidade infantil (CARVALHO; SAYWER, 1978; GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; RASELLA et al., 2013; SASTRY, 1996; 1997; SIMÕES, 2001) e pode estar influenciando na queda da mortalidade infantil. Até a década de 80, para compensar a alta mortalidade infantil as famílias tendiam a ter mais filhos.

Outro fator importante é que a expansão do sistema de transmissão do setor elétrico brasileiro ao longo do tempo priorizou os grandes centros urbanos, inicialmente localizados nas regiões Sul e Sudeste (GOMES; VIEIRA, 2009). Posteriormente, ao longo dos anos, houve expansão para o interior do país, seguindo trajetória similar ao processo de queda da TMI. A queda iniciou nas regiões sul e sudeste, posteriormente se direcionando ao interior do país e região nordeste. Isto implicou na formação de regiões mais vulneráveis e menos desenvolvidas, reduto de maiores níveis de mortalidade infantil.

Quando são controlados efeitos de outros fatores importantes para explicar a queda da mortalidade infantil foi observado que, de forma geral, os serviços básicos de

infraestrutura urbana perdem poder explicativo. Isto variou por decênio e devido ao fato das outras variáveis também se tratarem de importantes indicadores *proxy* de desigualdades sociais, isto não necessariamente indica que os serviços que deixaram de ser significativos não sejam mais importantes. Em todo caso, o acesso à energia elétrica continuou importante, aliado à água encanada, os dois importantes no período como um todo e variando por decênio. A Coleta de Lixo e o Acesso à Rede Coletora de Esgoto passam a não ser mais significativos, no presente estudo.

Os serviços básicos de infraestrutura urbana apresentaram maior poder para explicar as diferenças no processo de queda da mortalidade infantil no decênio 1991/2000 e as variáveis contextuais no período 2000/2010. Isto provavelmente se deve a ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana ocorrida na última década, sobretudo no que diz respeito ao acesso à energia elétrica, ou ainda, devido a atualmente os óbitos infantis estarem mais relacionados a causas endógenas, associadas a condições medidas, pré-natal e fatores biológicos. Ademais, isto tem relação com o processo de mudança de causas de óbitos de menores de 1 ano, onde as causas endógenas passam a perder força, sobretudo pela a redução de causas relacionadas a doenças infecciosas e parasitárias.

A análise dos resíduos, permitiu reforçar ainda mais a importância da ampliação dos serviços básicos de infraestrutura urbana para explicar o processo de queda da mortalidade infantil, pois existiu pouco ganho de poder explicativo quando outras variáveis contextuais foram inseridas. Em grande medida, a variabilidade do processo de queda da TMI é explicada pela heterogeneidade regional do país, o que foi confirmado através da utilização do modelo de dados em painel espaciais. Foi possível identificar fatores não observáveis em certas regiões do país, ou seja, fatores para além daqueles controlados na regressão. Estes fatores foram mais evidentes em algumas localidades no Norte e Nordeste do país, especialmente no estado do Maranhão. Alguns estudos, apontaram que a redução da mortalidade nos primeiros anos de vida, a partir dos anos 2000, nessas regiões, se deu principalmente devido a programas sociais, como o Programa Bolsa Família, Saúde da Família e Cisternas (AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CASTRO; SIMÕES, 2009; FRIAS; SZWARCOWALD; LIRA, 2011; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010). O não controle de políticas públicas e serviços de saúde nos modelos estimados, devido a indisponibilidade de dados no período temporal estudado, implicou em pior poder explicativo do modelo ajustado nestas regiões. Isto indicou que estes fatores são relevantes para explicar o processo de queda da mortalidade infantil nestas regiões.

De acordo com as constatações realizadas, foi observado que a queda da mortalidade infantil vem ocorrendo de forma heterogênea no Brasil, sendo influenciada por múltiplos fatores. Cabe ressaltar que os resultados aqui apresentados são uma abstração da realidade, através de uma forma quantitativa, que nem sempre todos os fatores podem ser quantificáveis, ou estão disponíveis, ou ainda, podem ser analisados através de uma forma puramente quantitativa. As análises realizadas dizem respeito ao processo de queda da mortalidade, ou seja, de um indicador referente a uma região e um período de tempo específico e não necessariamente retrata a realidade individual de cada óbito e das famílias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos óbitos infantis nos permite, mais do que em qualquer outro grupo, fazer correlações com as condições de vida de uma dada localidade, pelo impacto com que as alterações no padrão socioeconômico ou no acesso aos serviços de saúde interferem nos coeficientes de mortalidade (CARVALHO, 1993 *apud* MOREIRA; MOREIRA; SUCENA, 2003). A mortalidade infantil ainda é um importante indicador que expressa o nível de desenvolvimento de uma região, pois revela as condições de saúde e de vida de uma população (LAURENTI et al., 1985 *apud* SZWARCOWALD et al., 1997). Quanto mais desenvolvida é uma região, mais a mortalidade infantil estará relacionada a causas endógenas, determinadas pelos riscos de mortalidade neonatal²⁹. Em regiões menos desenvolvidas, maiores níveis de causas exógenas são observados, nos óbitos infantis, em decorrência de pior nutrição, doenças infecciosas e respiratórias, ocasionadas principalmente por piores condições de vida. Contudo isto variou ao longo do tempo, sendo mais atualmente os óbitos infantis relacionados a causas endógenas, relacionadas a má formações e a prematuridade (FRANÇA et al., 2017; BRASIL, 2018).

A trajetória de redução da taxa de mortalidade infantil no Brasil e a persistência de níveis elevados em algumas localidades, estão fortemente relacionadas às diversas formas de manifestação de vulnerabilidades, seja de renda; da má distribuição de recursos e/ou investimentos; heterogeneidade do acesso a serviços básicos de saúde e/ou infraestrutura; ou diversas outras formas de materialização das desigualdades. A redução heterogênea da mortalidade infantil está relacionada a múltiplos aspectos, em especial ao acesso a saneamento básico adequado, água encanada, energia elétrica e coleta de lixo, conforme foi possível de observar neste trabalho.

Apesar dos grandes avanços e conquistas alcançadas no país, como os direitos advindos da Constituinte de 1988, a evidenciada redução da pobreza na década de 2000, valorização do salário mínimo, entre outras, já apresentadas neste trabalho, existe grande heterogeneidade regional quanto à mortalidade infantil e seu ritmo de queda ao longo das últimas décadas.

A grande extensão territorial do país e o direcionamento de recursos e investimentos para localidades específicas, ao longo dos anos, resultaram em um complexo processo de redução da mortalidade infantil (SIMÕES, 2001). Escalas subnacionais, como

²⁹ Ocorrência de óbitos nos primeiros 28 dias de vida.

microrregiões, revelam que o país apresenta níveis bastante díspares e ainda preocupantes de mortalidade infantil. Algumas regiões como o Sul e Sudeste já apresentam níveis similares aos de alguns países europeus, enquanto que localidades do Norte e Nordeste apresentam níveis muito altos, similares com alguns países da África Subsaariana. Além desta especificidade, o processo de queda da mortalidade infantil ocorre em distintas velocidades, marcada por grandes avanços, contrastando com localidades ainda vulneráveis. Embora haja regiões que apresentam grande redução da mortalidade infantil, ainda persistem elevados níveis, sobretudo pela perpetuação de desigualdades. Isto demonstra que o processo de queda da mortalidade infantil em curso no país, apesar de convergente, ainda é heterogêneo, conforme os resultados apresentados através de técnicas estatísticas de análise multivariada.

Diversos estudos ao longo das últimas décadas, principalmente no campo da demografia, epidemiologia e saúde pública, vêm demonstrando a importância em analisar o acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, como diferenciais na mortalidade infantil, sobretudo no Brasil. Contudo, em períodos mais recentes, pouco se sabe a respeito da relação da expansão de serviços como água encanada, esgotamento sanitário pela rede de coleta, acesso à energia elétrica e coleta de lixo, com o processo de queda da mortalidade infantil no Brasil, sobretudo em níveis geográficos mais detalhados, como as microrregiões, e com abordagem longitudinal (GAMPER-RABINDRAN; KHAN; TIMMINS, 2010; MACINKO; GUANAIS; SOUZA, 2006; PAIXÃO; FERREIRA, 2012; RASELLA et al., 2013; ZANINI et al., 2009) e, menos ainda, inserindo a componente espacial (CASTRO; SIMÕES, 2009). Este trabalho buscou contribuir ao centralizar as análises nos serviços básicos de infraestrutura. Os resultados demonstram que o tema ainda é bastante relevante, especialmente quando se considera a complexidade do fenômeno com a incorporação da dimensão espacial numa abordagem longitudinal.

A fim de contribuir para o debate sobre o processo de queda da mortalidade infantil, em curso no país, o objetivo central deste trabalho foi estudar parte dos fatores associados, no período de 1991 a 2010, a partir da análise das desigualdades sociais, expressas pelo heterogêneo acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana por microrregiões brasileiras. Para isto, foram agregadas para microrregiões, as estimativas municipais da taxa de mortalidade infantil divulgadas pelo Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013 e utilizadas técnicas de estatística multivariada e dados em painel, avaliando a inserção da componente espacial em ambos os casos.

O Atlas se trata de uma das fontes oficiais do país, para a taxa de mortalidade infantil em pequenas áreas (SILVA; PAES, 2018) e é a única fonte de informação que cobre

todo período estudado e todo o território nacional (1991, 2000 e 2010). Estes aspectos justificaram a escolha da utilização desta fonte de dados. Contudo, é importante ressaltar, que ainda não há um consenso, no que diz respeito ao nível da mortalidade infantil em pequenas áreas no país, sobretudo em localidades como o Norte e Nordeste. Além disso, do ponto de vista metodológico, o Atlas do Desenvolvimento Humano é pouco transparente (SILVA; PAES, 2018), o que inviabiliza a replicação das estimativas e impossibilita uma análise mais crítica a respeito da metodologia utilizada. Esforços como o projeto da Busca Ativa, apesar de animadores, cobre apenas parte do país e precisa ser continuado. Estimativas, robustas, replicáveis e intervalares, ainda são necessárias para pequenas áreas no país. O esforço de gerar estimativas de mortalidade infantil em pequenas áreas no país, ainda precisa ser reforçado nos entes públicos, sobretudo de forma conjunta entre as entidades, como órgãos estatísticos estaduais, nacionais, pelo Ministério da Saúde e demais órgãos competentes. Grande parte dos esforços nessa direção, está na academia (ALMEIDA; SZWARCOWALD, 2014; MCKINNON, 2010; MCKINNON; POTTER; SCHMERTMANN, 2010; SILVA; PAES, 2018; SILVA; PESSOAS, 2002).

Levando em consideração estes aspectos, os resultados aqui apresentados, estão sujeitos à robustez das estimativas do Atlas do Desenvolvimento Humano, que tendem a ser variáveis exatamente nas regiões que possuem maiores níveis de mortalidade (SILVA; PAES, 2018). A utilização das estimativas de TMI do Atlas, mesmo passível a críticas, em relação à metodologia empregada, se comparada com outras inovações metodológicas realizadas por alguns pesquisadores, além de se tratar de uma estatística oficial que possibilitou identificar que o processo de queda da mortalidade infantil por microrregiões, desde a década de 90 (ALMEIDA; SZWARCOWALD, 2014; MCKINNON, 2010; MCKINNON; POTTER; SCHMERTMANN, 2010; SILVA; PESSOAS, 2002).

Historicamente o Brasil é marcado por grandes disparidades, sobretudo entre as regiões Norte e Sul. Enquanto no Norte existe maior carência de recursos, investimentos, menor desenvolvimento econômico e piores índices de mortalidade infantil, o Sul do país tende a ser mais desenvolvido e com menores TMIs (BARROS; SAWYER, 1993; CARVALHO, 1974; CARVALHO; SAYWER, 1978; CASTRO; SIMÕES, 2009; MERRICK; BERQUÓ, 1983; SASTRY, 1996; 1997; 2004a; SIMÕES, 2001; VETTER; SIMÕES, 1981; WOOD; CARVALHO, 1988). Neste estudo isto também foi possível de ser constatado a partir de análises descritivas, utilização de técnicas de estatística multivariada, com inserção de dependência espacial e a partir de Dados em Painel Espaciais.

A utilização do método de Análise Fatorial possibilitou identificar cinco grupos de microrregiões, caracterizados por diferentes padrões de queda da mortalidade infantil e distintos no que tange sua regionalização no território nacional. Os grupos se diferenciaram no que dizem respeito à velocidade de decréscimo, ao patamar inicial e a distância que tinham em 2010, para um valor de TMI de países desenvolvidos. Os grupos identificados apresentaram características ordinais, no que se refere ao processo de queda da mortalidade infantil. As microrregiões mais ao Sudoeste do país situam-se em um estágio mais avançado do processo de queda da mortalidade infantil, enquanto que as microrregiões mais ao Nordeste, em um processo mais atrasado. As microrregiões pertencentes às regiões Norte e Nordeste apresentaram processo bastante diferenciado, se comparado com as demais regiões do país. Apesar de microrregiões mais “atrasadas” no processo de queda da mortalidade infantil, tais localidades obtiveram queda considerável, registrando as maiores taxas de decréscimo do período analisado (1991/2010).

Alguns estudos indicam que nestas regiões a queda da mortalidade nos primeiros anos de vida se deu principalmente devido ao desenvolvimento de programas sociais que incidiram mais fortemente nessas regiões, em especial devido ao Programa Bolsa Família e Saúde da Família (AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CASTRO; SIMÕES, 2009; FRIAS; SZWARCOWALD; LIRA, 2011; GUANAIS, 2015; MACINKO; HARRIS, 2015; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010; SHEI, 2013). Os avanços nessas regiões, talvez só não tenham sido maiores devido a, historicamente apresentaram os piores indicadores de acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana do país e de acordo com Simões (2001), existir menor prioridade na alocação de recursos estatais para estas regiões. Desta forma, foi constatado que o processo de queda da mortalidade infantil, assim como a Transição Epidemiológica (PRATA, 1992), ocorre de forma bastante heterogênea regionalmente. Isto foi possível de ser constatado, pois são nestas regiões que fatores não observáveis, neste caso os serviços de saúde e intervenção de políticas públicas, se mostraram importantes fatores intervenientes no processo de queda da mortalidade infantil.

Os grupos de padrão de queda da TMI identificados, também foram distintos em relação ao acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana. Isto acompanhou o sentido ordinal dos cinco grupos, ou seja, os grupos mais “atrasados” no processo de queda da mortalidade infantil foram os que apresentaram os piores níveis de acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, enquanto que os grupos mais avançados, as maiores coberturas de serviços. O acesso a serviços também foi diferenciado no que tange as grandes regiões,

sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, historicamente menos prioritárias por investimentos públicos.

Apesar da grande redução da taxa de mortalidade infantil observada em todo país, a desigualdade social que incide sobretudo regionalmente, vem se apresentando como grande obstáculo para que melhores resultados sejam obtidos. Nota-se que o papel do Estado e demais órgãos competentes, atendendo a Constituição de 1988, em ofertar os serviços básicos de infraestrutura urbana a toda a população não tem sido concluída com êxito, sobretudo em relação ao saneamento básico, coleta de lixo e água encanada, que apresentaram grande heterogeneidade regional e índices muito baixos em algumas regiões.

A expansão do acesso aos serviços básicos de infraestrutura urbana são importantes fatores associados ao processo de queda da mortalidade infantil no Brasil, sobretudo o período entre 1991 e 2000, se comparado com demais fatores contextuais relacionados, conforme observado na análise de dados em painéis espaciais. A inserção da estrutura de dependência espacial na modelagem, mostrou-se ser a forma mais adequada e significativa do ponto de vista estatístico, para estudar o processo de queda da mortalidade infantil. A abordagem espacial, apesar de relevante, ainda é pouco empregada no país, apesar do grande volume de estudos ecológicos sobre a queda da TMI, sendo empregada apenas em dois estudos nacionais, Castro e Simões (2009) e Barufi; Haddad e Paez (2012). Foi observado que grande parte da variação do processo é captada pela estrutura espacial, pelas Grandes Regiões e pelos Grupos de Padrões de Queda, sendo mais importantes que todas as demais variáveis, o que demonstra a importância de considerar a dependência espacial em estudos ecológicos sobre a queda da mortalidade infantil.

A heterogeneidade regional do processo de queda da mortalidade infantil ocorre em função de múltiplos fatores. Conforme a revisão da literatura, a redução da taxa de mortalidade infantil no Brasil se deve, de acordo com o presente estudo, principalmente, em função da ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana, aumento da escolaridade, redução dos níveis regionais de fecundidade, aumento dos níveis de renda, aumento da urbanização e em relação ao acesso a políticas públicas de saúde e transferência de renda. Mas é importante mencionar que a redução da mortalidade infantil se deveu principalmente ao processo de mudança das causas de óbitos, em função da maior redução da mortalidade pós-neonatal, que está mais relacionada a causas exógenas. Atualmente existe crescente tendência de óbitos infantis mais concentrados nos períodos mais próximos da ocasião do parto, cujas causas apresentam maior relação à assistência recebida no pré-natal e durante o nascimento, além de fatores genéticos (FRANÇA et al., 2017; BRASIL, 2018).

Foi observado que quanto maior a ampliação do acesso aos serviços de infraestrutura urbana, maior foi a queda da mortalidade infantil. Na análise inferencial, quando são controlados os serviços básicos de infraestrutura urbana, as Grandes Regiões e os Grupos de Padrões de Queda, a ampliação do acesso à energia elétrica foi o serviço que apresentou maior impacto na queda da mortalidade infantil. Em grande medida, isto ocorre, não apenas relacionado às melhores condições de vida nos domicílios, maior acesso a informação, pelos meios de comunicação, melhores condições para a preparação e de preservação dos alimentos, mas principalmente por propiciar a chegada de equipamentos de saúde e possibilidade de existência de equipamentos de saúde mais complexo, como UTIs neonatais. Além disso, a cobertura de energia elétrica pode ser considerada um *proxy* de urbanização, regiões com maior grau de urbanização tendem a possuir maior cobertura de energia elétrica. Este resultado foi constatado não apenas no painel completo, mas também em cada decênio analisado. Desta forma, a cobertura de energia elétrica é uma boa *proxy* do desenvolvimento econômico das microrregiões, o que corrobora para uma melhor assistência às mães e aos bebês, desde o parto, até completarem um ano de vida.

O protagonismo da energia elétrica como determinante para o processo de queda da mortalidade infantil, empiricamente, foi constatado devido a sua trajetória temporal e dependência espacial. Isto foi observado pela abordagem descritiva, através dos mapas temáticos e análise de correlações, e através da análise inferencial. Assim como ocorreu no processo de queda da fecundidade, associado à expansão do sinal de TV da Rede Globo e o tamanho das famílias de novelas brasileiras (GOMES; VIEIRA, 2009), a queda da mortalidade infantil acompanhou o processo de expansão do sistema de transmissão energético brasileiro. Os dois processos são inter-relacionados e influenciados pela expansão do acesso à energia elétrica. A trajetória da expansão do sistema de transmissão do setor elétrico brasileiro ao longo do tempo priorizou localidades das regiões Sul e Sudeste do país e posteriormente as demais áreas e por último as regiões rurais (GOMES; VIEIRA, 2009). Este processo foi bastante similar ao processo de queda da TMI, sendo iniciada nas regiões Sul e Sudeste e posteriormente se direcionando ao interior do país e a região nordeste.

Grande parte da variação da queda da mortalidade infantil é captada pela dependência geográfica, incorporada através da estrutura de vizinhança e também através da segmentação das microrregiões por Grandes Regiões e por Padrões de Queda. Estes fatores foram até mesmo mais importantes do que os demais fatores incluídos no modelo. No painel completo, quando são controlados outros fatores, importantes diferenciais na mortalidade infantil, os serviços básicos de infraestrutura urbana perdem poder explicativo. Contudo,

existe variação quando é analisado cada decênio, onde no período 1991, 2000, os serviços básicos de infraestrutura urbana são mais importantes para explicar a queda da mortalidade infantil que as demais variáveis contextuais e no período 2000, 2010, o contrário. Isto pode estar relacionado a dois fatores, ao processo de mudança do perfil de causas de óbitos infantil, de maior prevalência por causas exógenas que estão mais fortemente relacionadas a condições de vida, para causas endógenas, mais relacionadas a questões biológicas e ao período mais próximo ao nascimento.

O modelo de Dados em Painel Espaciais, considerando todos os fatores estudados, dependência espacial, serviços básicos de infraestrutura e demais fatores contextuais, se mostrou adequado para estudar o processo de queda da mortalidade infantil. Contudo, observou-se que ainda existem fatores não observáveis, sobretudo nas regiões Norte e Nordeste, em especial no estado do Maranhão, que apresentaram maiores resíduos. Estas regiões foi onde houve maior impacto de programas assistenciais e de saúde, como o Programa Saúde da Família e o também o Programa Bolsa Família no processo de queda da mortalidade (AQUINO; OLIVEIRA; BARRETO, 2009; CASTRO; SIMÕES, 2009; FRIAS; SZWARCOWALD; LIRA, 2011; RASELLA et al., 2013; ROCHA; SOARES, 2010). O não controle destes fatores, devido a indisponibilidade de dados no período temporal estudado, demonstrou a importância de considerar estes fatores para explicar o processo de queda da TMI nestas regiões. Além disso, estas localidades possuem pior qualidade de dados sobre mortalidade infantil e maior incerteza sobre seus níveis para microrregiões, podendo ser um indicativo de que a mortalidade infantil é menor, ou maior, do que realmente calculado.

Cabe ressaltar que apesar de não ser possível o estabelecimento de uma relação de causa e efeito, devido aos múltiplos fatores que influenciam os dois processos, quais sejam de diminuição da TMI e de expansão dos serviços básicos, os resultados aqui apresentados, colaboraram para identificar a importância da ampliação do acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana no país. A proposta metodológica utilizada é apenas uma forma quantificável de analisar o problema de estudo, que pode ser realizada de diversas formas. Os modelos estatísticos são uma abstração da realidade, onde os múltiplos fatores intervenientes na mortalidade infantil são quantificados em um número reduzido de variáveis, de acordo com as fontes de dados disponíveis.

Este trabalho se dedicou a estudar o efeito da ampliação da cobertura de serviços básicos de infraestrutura urbana sobre o processo de queda da mortalidade infantil. Para o caso do saneamento, cabe destacar que foi estudado o saneamento encanado, ou seja, o serviço, mas no país muitas regiões fazem uso de outra forma de ter saneamento adequado,

que é o caso das fossas sépticas. Isto influenciou diretamente nos resultados encontrado. Além disso, apesar de outras variáveis contextuais terem sido utilizadas, este trabalho, apresentou escopo de dados agregados e não a análise do indivíduo. Outra questão importante é que a indisponibilidade de dados de saúde e políticas para todo o período analisado inviabilizou a inserção de variáveis de saúde, mas que na análise de fatores não observáveis foi possível identificar que estas variáveis são importantes para as regiões Norte e Nordeste, sobretudo no último decênio, em função dos programas sociais já mencionados.

Desta forma, é importante destacar a importância dos Censos Demográficos para compreender o processo de queda da mortalidade infantil. A partir deles foi possível a construção do Atlas do Desenvolvimento Humano de 2013 pelo PNUD, Ipea e Fundação João Pinheiro, importante publicação que gera estimativas oficiais para diversos indicadores, socioeconômicas e demográficos, como a taxa de mortalidade de infantil, estimada de informa indireta, principalmente no nível de detalhamento geográfico que outras fontes de informação não apresentam qualidade que possibilite a confiança nas estimativas. Além disso, os censos possibilitaram a construção dos indicadores de acesso a serviços básicos de infraestrutura urbana e outras variáveis contextuais.

Por fim, é de extrema importância que se mantenha a qualidade e os quesitos no censo de 2020, o que possibilitará a continuidade do estudo realizado e de forma geral, o planejamento e avaliação de programas e políticas públicas. Além disso, a rodada de 2020 possibilitará comparar os resultados obtidos e estender as análises para dimensões de políticas sociais e de saúde pública, adicionando informações do CNES, Cadastro Nacional dos Estabelecimentos de Saúde, que desde 2005 divulga, através do DATASUS, informações sobre equipamentos de saúde, em níveis intra-estaduais. Isto possibilitará a continuidade deste e de novos estudos futuros, estudando o decênio de 2010/2020 e possibilitando a continuidade de análises de tendências.

Outra possibilidade de extensão do trabalho, sobretudo para a gestão pública, é a simulação de cenários de projeção, por exemplo, simulando a redução de investimentos em capitais e ampliação do acesso a serviços nas demais regiões, para avaliar o impacto na redução da TMI em 10 anos. Contudo, tal abordagem ainda não está implementada, mas sendo estudada por pesquisadores³⁰, devido à dificuldade da construção da equação de previsão onde é levado em consideração o tempo e a dependência espacial e sobretudo,

³⁰ Disponível em: <https://github.com/rstats-gsoc/gsoc2015/wiki/Predict-methods-for-spatial-econometrics>. Acesso em: 06 ago. 2019.

devido ao fato da implementação do algoritmo de estimação de dados em painéis espaciais ainda ser relativamente.

Acredita-se que este trabalho possa contribuir para o monitoramento do processo de queda da mortalidade infantil, de forma regionalizada, em escala intermediária, entre a estadual e municipal, corroborando para estudar diferenciais na TMI em pequenas áreas. O estudo do processo de redução da mortalidade infantil, mas também da expansão dos serviços básicos de infraestrutura urbana, possibilitou identificar localidades ainda vulneráveis e que precisam de maior amparo por parte do Estado, principalmente para melhorar condições de vida destas regiões.

REFERÊNCIAS

- ADLER, N. **Reaching for a healthier life: facts on socioeconomic status and health in the U.S.** Chicago: John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, 2007.
- AIDAR, T.; DEDECA, C. S.; TROVÃO, C. J. B. M. Diferenciais da mortalidade e fecundidade precoce no Brasil no início do século XXI. In: BERQUÓ, E. (ed.). **Demografia na Unicamp: um olhar sobre a produção do Nepo.** Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2017. p. 569-587.
- ALBUQUERQUE, F. R. P. C. Fontes das informações para o estudo da mortalidade. In: ERVATTI, L. R.; BORGES, G. M.; JARDIM, A. P. (ed.). **Mudança demográfica no Brasil no início do século XXI: subsídios para as projeções da população.** Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2015. p. 42-48.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial aplicada.** Campinas, SP: Alínea, 2012.
- ALMEIDA, W. S.; SZWARCOWALD, C. L. Mortalidade infantil nos municípios brasileiros: uma proposta de método de estimação infant mortality rate in Brazilian municipalities: a proposal of an estimation method. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, PE, v. 14, n. 4, p. 331-342, 2014.
- ALVES, D.; BELLUZZO, W. Child health and infant mortality in Brazil. **IDB Working Paper**, n. 196, [S. l.], 2005.
- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988a.
- ANSELIN, L. Lagrange multiplier test diagnostics for spatial dependence and spatial heterogeneity. **Geographical Analysis**, Columbus, v. 20, n. 1, p. 1-17, 1988b.
- AQUINO, R.; OLIVEIRA, N. F.; BARRETO, M. L. Impact of the family health program on infant mortality in Brazilian municipalities. **American Journal of Public Health**, New York, NY, v. 99, n. 1, p. 87-93, 2009.
- ARCAYA, M. C.; ARCAYA, A. L.; SUBRAMANIAN, S. V. Desigualdades em saúde: definições, conceitos e teorias. **Revista Panamericana de Salud Pública**, Washington, DC, v. 38, n. 4, p. 1-11, 2016.
- ARMSTRONG, M. P.; XIAO, N.; BENNETT, D. A. Using genetic algorithms to create multicriteria class intervals for choropleth maps. **Annals of the Association of American Geographers**, Washington, DC, v. 93, n. 3, p. 595-623, 2003.
- ARRIAGA, E. E.; DAVIS, K. The pattern of mortality change in Latin America. **Demography**, New York, NY, v. 6, n. 3, p. 223-242, 1969.
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis.** New York, NY: Longman, 1995.
- BALTAGI, B. H.; LIU, L. Testing for random effects and spatial lag dependence in panel data models. **Statistics & Probability Letters**, Amsterdam, v. 78, n. 18, p. 3304-3306, 2008.
- BALTAGI, B. H.; SONG, H. S.; KOH, W. Testing panel data regression models with spatial error correlation. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v. 117, n. 1, p. 123-150, 2003.
- BARROS, R.; SAWYER, D. **Unequal opportunity to survive, education and regional disparities in Brazil.** Brasília, DF: IPEA, 1993. (Texto para Discussão IPEA, n. 307).
- BARUFI, A. M.; HADDAD, E.; PAEZ, A. Infant mortality in Brazil, 1980-2000: a spatial

panel data analysis. **BMC Public Health**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 2-15, 2012.

BEHM, H. Determinantes económicos y sociales de la mortalidad en América Latina social and economic determinants of mortality in Latin America. **Salud Colectiva**, Buenos Aires, v. 7, n. 2, p. 231-253, 2011.

BENGTSSON, T.; LINDSTRÖM, M. Childhood misery and disease in later life: the effects on mortality in old age of hazards experienced in early life, southern Sweden, 1760-1894. **Population Studies**, London, v. 54, n. 3, p. 263-277, 2000.

BEZERRA FILHO, J. G. B. et al. Mortalidade infantil e condições sociodemográficas no Ceará , em 1991 e 2000. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 41, n. 6, p. 1023-1031, 2007.

BIVAND, R. **ClassInt: choose univariate class intervals**. R package version 0.3-3, 2019. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=classInt>.

BLACKER, J. G. C. Experiences in the use special mortality questions inf multi-purpose surveys: the single-round approach. In: UNITED NATIONS. **Data bases for mortality measurement**. New York, NY: United Nations, 1984. p. 79-89.

BORGES, G. M. A investigação da saúde nos censos demográficos do Brasil: possibilidades de análise, vantagens e limitações. **Boletim do Instituto de Saúde**, São Paulo, SP, v. 16, n. 2, p. 6-14, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Criança: orientações para implementação**. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Vigilância do Óbito Infantil e Fetal e do Comitê de Prevenção**. 2. ed. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm#art7.

BRASIL. Ministério da Saúde. Evolução da mortalidade no Brasil. In: Ministério da Saúde. **Uma análise da situação de saúde**. Brasília, DF, 2004. p. 87-133.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto n. 3.266, de 29 de novembro de 1999**. Presidência da República Subchefia para Assuntos Jurídicos. Atribui competência e fixa a periodicidade para a publicação da tábua completa de mortalidade de que trata o § 8o do art. 29 da Lei n. 8.213, de 24 de julho de 1991, com a redação dada pela Lei n. 9.876, de 26 de novembro de 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3266.htm.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm.

BRASIL. Ministério da Saúde. O Subsistema de Informações sobre Mortalidade. In: BRASIL. Ministério da Saúde (org.). **Estatísticas de mortalidade: Brasil, 1979**. Brasília, DF, 1982. p. 2-56.

BRASS, W. **Methods for estimating fertility and mortality from limited and defective data**. North Carolina: Chapel Hill, 1975.

- BRASS, W. et al. **Demography of tropical Africa**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1968. (Serie Princeton Legacy Library).
- BRASS, W. Uses of census or survey data for the estimation of vital rates. In: AFRICAN SEMINAR ON VITAL STATISTICS. **Anais...** Addis Ababa: Economic Commission for Africa, 1964. Disponível em: <http://repository.uneca.org/handle/10855/9560>.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5. ed. São Paulo, SP: Saraiva, 2006.
- CARVALHO, J. A. M.; SAYWER, D. O. Diferenciais de mortalidade no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 1., 1978, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 1978. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1978/T78V01A07.pdf>.
- CARVALHO, J. A. M.; WOOD, C. H. Mortality, income distribution, and rural-urban residence in Brazil. **Population and Development Review**, New York, NY, v. 4, n. 3, p. 405–420, 1978.
- CARVALHO, J. A. M. Regional trends in fertility and mortality in Brazil. **Population Studies**, London, v. 28, n. 3, p. 401-402, 1974.
- CARVALHO, R. A. S. et al. Desigualdades em saúde: condições de vida e mortalidade infantil em Região do Nordeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 49, n. 5, p. 1-9, 2015.
- CASTRO, M. C.; SIMÕES, C. C. S. Spatio-temporal trends of infant mortality in Brazil. In: International Population Conference –IUSSP, 26., 2009, Marocco. **Anais...** Liège: IUSSP, 2009. Disponível em: <https://iussp2009.princeton.edu/papers/92270>.
- COSTA, M. C. N. et al. Mortalidade infantil no Brasil em períodos recentes de crise econômica. **Revista de Saude Pública**, São Paulo, SP, v. 37, n. 6, p. 699-706, 2003.
- DAHLGREN, G.; WHITEHEAD, M. **Policies and strategies to promote social equity in health**. Stockholm: Institute for Futures Studies, 1991.
- DUARTE, C. M. R. Reflexos das políticas de saúde sobre as tendências da mortalidade infantil no Brasil: revisão da literatura sobre a última década. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 23, n. 7, p. 1511-1528, 2007.
- ERVATTI, L. R.; OLIVEIRA, A. T. R.; JARDIM, A. P. **O centro brasileiro de estudos demográficos: uma trajetória dos estudos populacionais do IBGE**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101399.pdf>.
- EVERITT, B. S.; HOTHORN, T. **MVA: an introduction to applied multivariate analysis with RR package version 1.0-6**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=MVA>.
- EVERITT, B.; HOTHORN, T. **An introduction to applied multivariate analysis with R**. New York, NY: Springer, 2011.
- FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2009.
- FERRARA, E. L. A.; CHONG, A.; DURYEA, S. Soap operas and fertility: evidence from Brazil. **American Economic Journal**, Nashville, v. 4, n. 4, p. 1-31, 2012.
- FERREIRA, C. E. C. A mortalidade. In: MONTEIRO, C. A. (ed.). **Saúde e nutrição das crianças de São Paulo**. São Paulo, SP: Hucitec Nupens, 1988. p. 143-158.

- FILMER, D.; PRITCHETT, L. The effect of household wealth on educational attainment: evidence from 35 countries. **Population and Development Review**, New York, NY, v. 25, n. 1, p. 85-120, 1999.
- FISCHER, T. K. et al. A mortalidade infantil no Brasil: série histórica entre 1994-2004 e associação com indicadores socioeconômicos em municípios de médio e grande porte. **Medicina**, Ribeirão Preto, SP, v. 40, n. 4, p. 559-566, 2007.
- FRANÇA, E. B. et al. Principais causas da mortalidade na infância no Brasil, em 1990 e 2015: estimativas do estudo de Carga Global de Doença. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, SP, v. 20, n. 1, p. 46-60, 2017.
- FRANÇA, E.; LANSKY, S. Mortalidade infantil neonatal no Brasil: situação, tendências e perspectivas. In: Encontro Nacional de Estudos Populacionais, 16., 2008, Caxambu, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 2008. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/issue/view/36>.
- FRENK, J. et al. La transición epidemiológica en América Latina. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, Washington, DC, v. 111, n. 6, p. 485-496, 1991a.
- FRENK, J. et al. Elements for a theory of the health transition. **Health Transition Review**, Canberra, v. 1, n. 1, p. 21-38, 1991b.
- FRIAS, P. G.; SZWARCOWALD, C. L.; LIRA, P. I. C. Estimación da mortalidade infantil no contexto de descentralização do Sistema Único de Saúde (SUS). **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, Recife, PE, v. 11, n. 4, p. 463-470, 2011.
- FRIAS, P. G. et al. Avaliação da adequação das informações de mortalidade e nascidos vivos no Estado de Pernambuco, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 26, n. 4, p. 671-681, 2010.
- GALO BARDES, B.; LYNCH, J.; SMITH, G. D. Measuring socioeconomic position in health research. **British Medical Bulletin**, Inglaterra, v. 81, n. 82, p. 21-37, 2007.
- GAMPER-RABINDRAN, S.; KHAN, S.; TIMMINS, C. The impact of piped water provision on infant mortality in Brazil: a quantile panel data approach. **Journal of Development Economics**, Amsterdam, v. 92, n. 2, p. 188-200, 2010.
- GARCIA, L. P.; SANTANA, L. R. Evolução das desigualdades socioeconômicas na mortalidade infantil no Brasil, 1993-2008. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 16, n. 9, p. 3717-3728, 2011.
- GIOVANNI, M.; GIANFRANCO, P. Splm: spatial panel data models in R. **Journal of Statistical Software**, [S. l.], v. 47, n. 1, p. 38, 2012.
- GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 43, n. 2, p. 295-321, 2009.
- GUANAIS, F. C. The combined effects of the expansion of primary health care and conditional cash transfers on infant mortality in Brazil, 1998 – 2010. **American Journal of Public Health**, New York, NY, v. 103, n. 11, p. 593-599, 2015.
- GUJARATIN, D. **Econometria básica**. 4. ed. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2006.
- HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009.
- HILL, K. **Methods for measuring adult mortality in developing countries: a comparative review**. Cambridge: Harvard Burden of Disease Unit, 2000.
- HORIUCHI, S. Epidemiological transitions in human history. In: UNITED NATIONS.

Health and mortality issues of global concern: proceedings of the symposium on health and mortality. New York, NY, 1999. p. 54-71.

HSIAO, C. **Analysis of panel data.** 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

IBGE. **Tábuas abreviadas de mortalidade por sexo e idade:** Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, 2010. Rio de Janeiro, RJ, 2013a.

IBGE. **Projeções da população:** Brasil e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, RJ, v. 40, 2013b.

IBGE. **Metodologia do Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro, RJ, v. 28, 2013c.

IBGE. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 1980 - 2050 (Revisão 2008).** Rio de Janeiro, RJ, 2008.

IBGE. **Evolução e perspectivas da mortalidade infantil no Brasil.** Rio de Janeiro, RJ, 1999.

IBGE. **Estatísticas do Registro Civil.** Rio de Janeiro, RJ, v. 23, 1996.

IPEA; PNUD; FJP. **Atlas do desenvolvimento humano nas regiões metropolitanas brasileiras:** Florianópolis, Sorocaba, Rida Grande Teresina, Rida Petrolina-Juazeiro. Brasília, DF, 2017. (Série Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil). Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/171208_livro_atlas_idhm_desenvolvimento_humano.pdf.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil:** conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas, SP: Alínea, 2012.

JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Métodos econométricos.** 4. ed. São Paulo, SP: McGraw-Hill, 2001.

JORGE, M. H. P. M.; LAURENTI, R.; GOTLIEB, S. L. D. Análise da qualidade das estatísticas vitais brasileiras: a experiência de implantação do SIM e do SINASC. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 12, n. 3, p. 643-654, 2007.

JUSTINO, J. R. Sub-registros de óbitos em Microrregiões brasileiras com os métodos: bayesiano empírico e algoritmo EM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 18., 2012, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 2012.

LIMA, E. E. C.; QUEIROZ, B. L. Evolution of the deaths registry system in Brazil: associations with changes in the mortality profile, under-registration of death counts, and ill-defined causes of death. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 30, n. 8, p. 1721-1730, 2014a.

LIMA, E. E. C.; QUEIROZ, B. L. A evolução do sistema de registro de mortalidade no Brasil: mudanças no perfil de mortalidade, cobertura do registro de óbitos e as causas mal definidas de morte. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 30, n. 8, p. 1721-1730, 2014b.

LIMA, E. E. C.; QUEIROZ, B. L.; SAWYER, D. O. Método de estimação de grau de cobertura em pequenas áreas: uma aplicação nas microrregiões mineiras. **Cadernos & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v. 22, n. 4, p. 409-418, 2014.

LIMA, L. C. Idade materna e mortalidade infantil: efeitos nulos, biológicos ou socioeconômicos? **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, Rio de Janeiro, RJ, v. 27, n. 1, p. 211-226, 2010.

- MACINKO, J.; HARRIS, M. J. Brazil's Family Health Strategy: delivering community-based primary care in a universal health system. **New England Journal of Medicine**, Boston, v. 372, n. 23, p. 2177-2181, 2015.
- MACINKO, J.; GUANAIS, F. C.; SOUZA, M. F. M. Evaluation of the impact of the Family Health Program on infant mortality in Brazil, 1990–2002. **Journal of Epidemiology & Community Health**, London, v. 60, n. 1, p. 13-19, 2006.
- MAIA, P. B.; CAMARGO, A. B. M. Georreferenciamento das informações da mortalidade infantil: olhar para os diferenciais intraurbanos na Região Metropolitana de São Paulo. **Boletim do Instituto de Saúde**, São Paulo, SP, v. 16, n. 2, p. 26-36, 2015.
- MAIER, M. **REDAS**: Companion package to the book 'R: einföhrung durch angewandte statistik' R package version 0.9.3. [S. l.], 2015. Disponível em: <http://cran.r-project.org/package=REdaS>.
- MCKEOWN, R. E. The epidemiologic transition: changing patterns of mortality and population dynamics. **American Journal of Lifestyle Medicine**, [S. l.], v. 3, Supl. 1, p. 19-26, 2009.
- MCKEOWN, T.; BROWN, R. G. Medical evidence related to english population changes in the eighteenth century. **Population Studies**, London, v. 9, n. 2, p. 119-141, 1955.
- MCKINNON, S. A. **Municipal-level estimates of child mortality for Brazil: a new approach using bayesian statistics**. Austin: University of Texas at Austin, 2010.
- MCKINNON, S. A.; POTTER, J. E.; SCHMERTMANN, C. S. Municipality-level estimates of child mortality for Brazil: a new approach using bayesian statistics. In: ANNUAL MEETING OF PAA, 2010, Dallas. **Anais...** Liège: [S. l.]: PAA, 2010. Disponível em: <https://paa2010.princeton.edu/papers/101738>.
- MENDONÇA, F. M.; DRUMOND, E.; CARDOSO, A. M. P. Problemas no preenchimento da Declaração de Óbito: estudo exploratório. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, RJ, v. 27, n. 2, p. 285-295, 2010.
- MERRICK, T. W. **The effect of piped water on early childhood mortality in urban Brazil, 1970-1976**. Washington, DC: World Bank, 1984. (World Bank Staff Working Papers, n. 594). Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/608991468743772752/pdf/multi0page.pdf>.
- MERRICK, T. W.; BERQUO, E. **The determinants of brazil's recent rapid decline in fertility**. Washington, DC: National Academy, 1983.
- MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2005.
- MOREIRA, M. R.; MOREIRA, O. C.; SUCENA, L. F. M. Um olhar sobre condições de vida: mortalidade de crianças e adolescentes residentes em Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 19, n. 1, p. 161-173, 2003.
- MORTARA, G. **Metodos relativos al uso de las estadisticas censales para el cálculo de tablas de vida y otros índices demográficos (con aplicacionaes a la poblacion del Brasil)**. New York, NY: United Nations, 1949.
- MOSLEY, W. H.; CHEN, L. C. An analytical framework for the study of child survival in developing countries. **Population and Development Review**, New York, NY, v. 10, Supl., p. 25-45, 1984.
- NAMBOODIRI, K. **A primer of population dynamics**. New York, NY: Springer Science,

1996.

NAZARETH, J. M. **Demografia, a ciência da população**. 2. ed. Barbacena: Editorial Presença, 2007.

OLIVEIRA, L. A. P.; SIMÕES, C. C. S. O IBGE e as pesquisas populacionais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, SP, v. 22, n. 2, p. 291-302, 2005.

OMRAN, A. R. The epidemiologic transition theory revisited 30 years later. **World Health Statistics Quarterly**, Geneva, v. 51, n. 2-3, p. 99-119, 1998.

OMRAN, A. R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. **Milbank Memorial Fund Quarterly**, New York, NY, v. 49, n. 4, p. 509-538, 1971.

PAES, N. A.; ALBUQUERQUE, M. E. E. Avaliação da qualidade dos dados populacionais e cobertura dos registros de óbitos para as regiões brasileiras. **Revista de Saude Pública**, São Paulo, SP, v. 33, n. 1, p. 33-43, 1999.

PAIXÃO, A. N.; FERREIRA, T. Determinantes da mortalidade infantil no Brasil. **Informe Gepec**, Toledo, PR, v. 16, n. 2, p. 6-20, 2012.

PALLONI, A. Fertility and mortality decline in Latin America. **Annals of The American Academy**, Philadelphia, v. 510, p. 126-144, 1990.

PALLONI, A. Mortality in Latin America: emerging patterns. **Population and Development Review**, New York, NY, v. 7, n. 4, p. 623-649, 1981.

PARADIS, E.; SCHLIEP, K. Ape 5.0: an environment for modern phylogenetics and evolutionary analyses in {R}. **Bioinformatics**, Oxford, v. 35, n. 3, p. 526-528, 2018.

PEBESMA, E. J.; BIVAND, R. S. Classes and methods for spatial data in R. **R News** 5, [S. l.], v. 2, 2005.

PEDHAZUR, E. J.; SCHMELKIN, L. P. **Measurement, design, and analysis an integrated approach**. Michigan: Erlbaum, 1991.

PENDLETON, B. F.; YANG, S. O. W. Socioeconomic and health effects on mortality declines in developing countries. **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 453-460, 1985.

POLES, K.; PARADA, C. M. G. L. Mortalidade infantil tardia em município do interior do estado de São Paulo. **Revista Latinoamericana de Enfermagem**, Ribeirão Preto, SP, v. 8, n. 5, p. 109-112, 2000.

PRATA, P. R. A transição epidemiológica no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 2, p. 168-175, 1992.

PRESTON, S. H. Use of direct and indirect techniques for estimating the completeness of death registration systems. In: UNITED NATIONS. **Data bases for mortality measurement**. New York, NY: United Nations, 1984. p. 66-76.

PRESTON, S. H.; BENNETT, N. G. A census-based method for estimating adult mortality. **Population Studies**, London, v. 37, n. 1, p. 91-104, 1983.

PRESTON, S. H. The changing relation between mortality and level of economic development. **Population Studies**, London, v. 2, n. 29, p. 231-248, 1975.

RASELLA, D. et al. Effect of a conditional cash transfer programme on childhood mortality: a nationwide analysis of Brazilian municipalities. **The Lancet**, London, v. 382, n. 9886, p. 57-64, 2013.

- REVELLE, W. **Psych**: procedures for psychological, psychometric, and personality research illinoisR package version 1.8.12. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=psych>.
- ROCHA, R.; SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's Family Health Program. **Health Economics**, Inglaterra, v. 19, Supl., p. 126-158, 2010.
- ROCHA, S. O declínio sustentado da desigualdade de renda no Brasil (1997-2009). **Revista EconomiA**, Brasília, DF, v. 13, n. 3, p. 629-645, 2012.
- SAIANI, C. C. S.; TONETO JR., R. T. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade**, Campinas, SP, v. 19, n. 1, p. 79-106, 2010.
- SASTRY, N.; BURGARD, S. The prevalence of diarrheal disease among Brazilian children: trends and differentials from 1986 to 1996. **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 60, n. 5, p. 923-935, 2005.
- SASTRY, N. Urbanization, development, and under-five mortality differentials by place of residence in São Paulo, Brazil, 1970-1991. **Demographic Research**, [S. l.], v. Special, n. 2, p. 355-386, 2004a.
- SASTRY, N. Trends in socioeconomic inequalities in mortality in developing countries: the case of child survival in São Paulo, Brazil. **Demography**, New York, NY, v. 41, n. 3, p. 443-464, 2004b.
- SASTRY, N. What explains rural-urban differentials in child mortality in Brazil? **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 44, n. 7, p. 989-1002, 1997.
- SASTRY, N. Community characteristics, individual and household attributes and child survival in Brazil. **Demography**, New York, NY, v. 33, n. 2, p. 211-229, 1996.
- SHEI, A. Brazil's conditional cash transfer program associated with declines in infant mortality rates. **Health Affairs**, US, v. 32, n. 7, p. 1274-1281, 2013.
- SILVA, D. G.; PAES, N. A. Estimativas da mortalidade infantil no semiárido brasileiro: uma terceira via às estimativas oficiais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 21., 2018, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 2018.
- SILVA, P. L. N.; PESSOAS, D. G. C. Estimando a precisão das estimativas das taxas de mortalidade obtidas a partir da PNAD. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 13., 2002, Ouro Preto, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: ABEP, 2002.
- SIMÕES, C. C. S. Breve histórico do processo demográfico. In: FIQUEIREDO, A. H. (ed.). **Brasil: uma visão geográfica e ambiental no início do século XXI**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2016. p. 40-74.
- SIMÕES, C. C. S. **Perfis de saúde e de mortalidade no Brasil: uma análise de seus condicionantes em grupos populacionais específicos**. Brasília, DF: OPAS/OMS, 2001.
- SIMÕES, C. C. S. **Estimativas da mortalidade infantil por microrregiões e municípios**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 1999.
- SIMÕES, C. C. S. **A mortalidade infantil na transição da mortalidade no Brasil: um estudo comparativo entre o nordeste e o sudeste**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- SOUZA, D. et al. Going to scale with community-based primary care: an analysis of the

family health program and infant mortality in Brazil, 1999 – 2004. **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 65, n. 10, p. 2070-2080, 2007.

SZWARCWALD, C. L. et al. Estimação da mortalidade infantil no Brasil: o que dizem as informações sobre óbitos e nascimentos do Ministério da Saúde? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 18, n. 6, p. 1725-1736, 2002.

SZWARCWALD, C. L. et al. Mortalidade infantil no Brasil: Belíndia ou Bulgária? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 13, n. 3, p. 503–516, 1997.

TRUSSELL, T. J. A re-estimation of the multiplying factors for the Brass technique for determining childhood survivorship rates. **Population Studies**, London, v. 29, n. 1, p. 97-107, 1975.

UNITED NATIONS. **Principles recommendations population housing censuses**. 2. ed. New York, NY, 2008.

UNITED NATIONS. **Handbook on the collection of fertility and mortality data**. New York, NY, 2004.

UNITED NATIONS. **Manual IV: methods of estimating basic demographic measures from incomplete data**. New York, NY, 1967.

UNITED NATIONS. **Population census methods**. New York, NY, 1949.

VALLIN, J.; MESLÉ, F. Convergences and divergences in mortality: a new approach to health transition. **Demographic Research**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 11-44, 2004.

VAN DE MHEEN, H. et al. The contribution of childhood environment to the explanation of socio-economic inequalities in health and adult life: a retrospective study. **Social Science & Medicine**, Oxford, v. 44, n. 1, p. 13-24, 1997.

VERONA, A. P. A. et al. Infant mortality and mothers' religious involvement in Brazil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, SP, v. 27, n. 1, p. 59-74, 2010.

VETTER, D. M.; SIMÕES, C. C. S. Acesso à infraestrutura de saneamento básico e mortalidade. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, RJ, v. 42, n. 165, p. 17-35, 1981.

VICTORA, C. G. et al. Maternal and child health in Brazil: progress and challenges. **The Lancet**, London, v. 377, n. 9780, p. 1863-1876, 2015.

WOOD, C. H.; CARVALHO, J. A. M. **The demography of inequality in Brazil**. New York, NY: Cambridge Latin American Studies, 1988.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. 6. ed. Cambridge: MIT Press, 2002.

YVES, C.; GIOVANNI, M. Panel data econometrics in R: the plm package. **Journal of Statistical Software**, [S. l.], v. 27, n. 2, p. 43, 2008.

ZANINI, R. R. et al. Infant mortality trends in the State of Rio Grande do Sul, Brazil, 1994-2004: a multilevel analysis of individual and community risk factors. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, RJ, v. 25, n. 5, p. 1994-2004, 2009.

APÊNDICE

Apêndice referente ao Capítulo 3

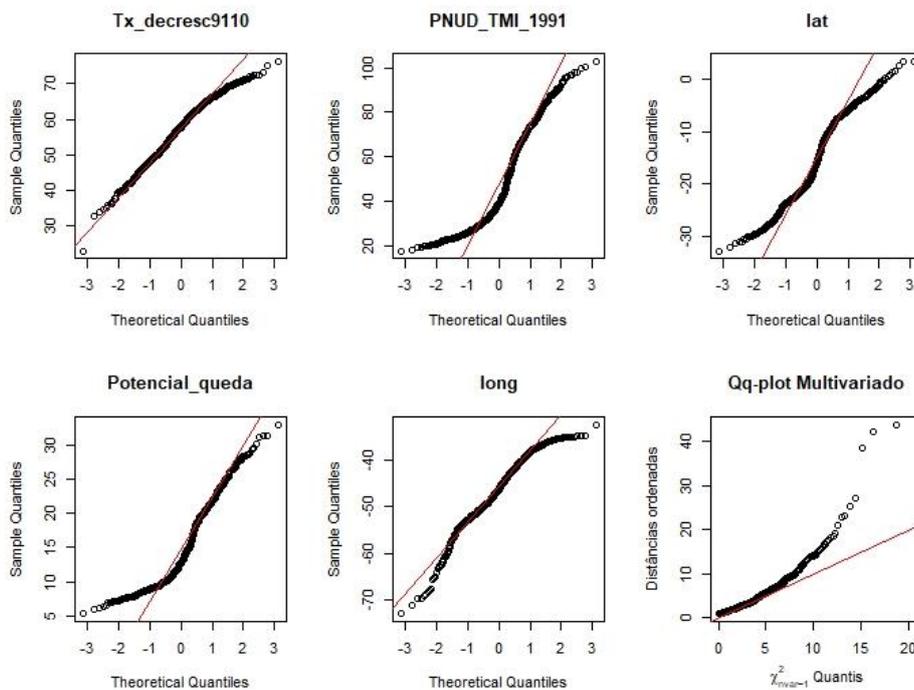
TABELA AC3.1 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de *clusters*, para identificação de padrões de queda da Taxa de Mortalidade Infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, 1991\2010

Indicador	Unidade Geográfica	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
TMI 1991	Brasil	558	17,73	39,06	47,02	102,72	21,5	0,65
	Centro-Oeste	52	20,87	30,13	30,97	40,49	4,54	0,15
	Nordeste	188	30,16	72,15	72,62	102,72	12,85	-0,12
	Norte	64	33,77	51,23	51,27	76,41	9,24	0,35
	Sudeste	160	20,98	29,94	31,22	50,8	6,3	0,76
	Sul	94	17,73	26,7	28,72	45,15	7,05	0,5
Tx. de Decresc.	Brasil	558	22,95	57,74	57,14	76,19	8,62	-0,44
	Centro-Oeste	52	22,95	48,53	47,92	56,62	5,88	-1,45
	Nordeste	188	50,98	65,22	64,49	75,1	4,51	-0,54
	Norte	64	34,83	59,14	58,69	76,19	8,01	-0,75
	Sudeste	160	32,69	52,8	52,41	71,2	6,4	-0,49
	Sul	94	36,27	55,75	54,54	68,73	8,25	-0,31
Amplitude	Brasil	558	4,79	22,84	28,26	70,2	16,01	0,67
	Centro-Oeste	52	4,79	14,9	14,97	21,77	3,32	-0,31
	Nordeste	188	16,88	47,26	47,08	70,2	10,03	-0,04
	Norte	64	13,33	30,17	30,5	56,86	8,44	0,39
	Sudeste	160	7,48	15,68	16,67	36,17	5,09	0,68
	Sul	94	6,54	14,34	16,18	30,37	6,15	0,42
Dist. para TMI ideal	Brasil	558	5,34	12,8	14,76	32,99	6,13	0,7
	Centro-Oeste	52	8,5	12,17	12	16,8	2,07	0,21
	Nordeste	188	9,28	21,25	21,54	32,99	4,32	-0,07
	Norte	64	10,25	16,15	16,77	29,36	3,61	0,64
	Sudeste	160	6,91	10,12	10,55	15,68	1,82	0,92
	Sul	94	5,34	8,48	8,54	12,04	1,23	0,3

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

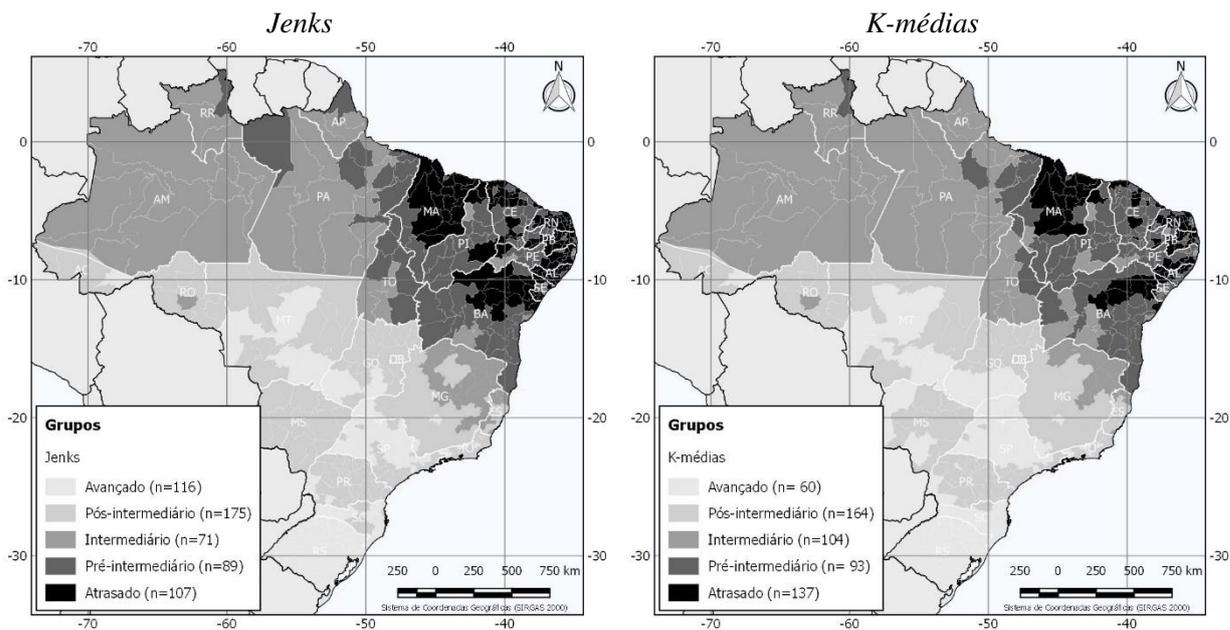
Notas: As variáveis de coordenadas geográficas foram suprimidas.

GRÁFICO AC3.2 – Gráfico QQ para verificação do pressuposto de normalidade multivariada



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

FIGURA AC3.3 – Comparativo entre distribuições de grupos de padrões de queda da TMI, no período de 1991 a 2010, de acordo com o método de Jenks e k-médias, para 5 grupos



Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

Apêndice referente ao Capítulo 4

TABELA AC4.1 – Formas de acesso a água nos domicílios, segundo unidade geográfica, 1991\2010

Ano	Unidade Geográfica	Rede de distribuição de água	Poço ou nascente	Outra Forma	Total
1991	Brasil	70,72	18,95	10,33	100
	Norte	44,58	40,84	14,57	100
	Nordeste	52,83	17,64	29,54	100
	Sudeste	84,76	12,55	2,69	100
	Sul	70,94	26,5	2,56	100
	Centro-Oeste	65,97	30,97	3,06	100
2000	Brasil	77,97	15,56	6,46	100
	Norte	48,24	39,44	12,32	100
	Nordeste	66,73	16,19	17,08	100
	Sudeste	88,4	9,9	1,7	100
	Sul	80,11	17,52	2,37	100
	Centro-Oeste	73,34	23,9	2,76	100
2010	Brasil	82,73	13,9	3,38	100
	Norte	53,99	38,86	7,14	100
	Nordeste	76,25	14,87	8,88	100
	Sudeste	90,29	8,76	0,95	100
	Sul	85,48	14,09	0,43	100
	Centro-Oeste	81,74	17,13	1,13	100

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.2 – Formas de acesso a esgotamento sanitário nos domicílios, segundo unidade geográfica, 1991\2010

Ano	Unidade Geográfica	Rede Coletora de Esgoto	Fossa Séptica	Outras Formas	Total
1991	Brasil	35,28	17,31	47,41	100
	Norte	1,32	24,74	73,94	100
	Nordeste	8,88	15,35	75,77	100
	Sudeste	63,41	10,66	25,93	100
	Sul	13,68	40,23	46,09	100
	Centro-Oeste	27,24	7,55	65,21	100
2000	Brasil	47,73	14,98	37,29	100
	Norte	9,91	26,41	63,68	100
	Nordeste	25,63	12,95	61,41	100
	Sudeste	73,91	8,88	17,22	100
	Sul	30,13	34,11	35,76	100
	Centro-Oeste	33,76	7,52	58,72	100
2010	Brasil	57,00	11,99	31	100
	Norte	14,64	19,84	65,52	100
	Nordeste	36,91	12,26	50,83	100
	Sudeste	81,46	5,48	13,06	100
	Sul	46,00	25,99	28,01	100
	Centro-Oeste	38,71	13,4	47,89	100

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.3 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de diferenciais na mortalidade infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, TMI, 1991\2010

Unidade Geográfica	ANO	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
Brasil	1991	558	17,73	39,06	47,02	102,72	21,5	0,65
	2000	558	13,39	27,64	31,76	67,28	13,09	0,52
	2010	558	9,34	16,8	18,76	36,99	6,13	0,7
Centro-Oeste	1991	52	20,87	30,13	30,97	40,49	4,54	0,15
	2000	52	20,37	24,71	25,4	34,27	3,24	0,54
	2010	52	12,5	16,17	16	20,8	2,07	0,21
Nordeste	1991	188	30,16	72,15	72,62	102,72	12,85	-0,12
	2000	188	21,53	47,14	46,85	67,28	7,39	-0,12
	2010	188	13,28	25,25	25,54	36,99	4,32	-0,07
Norte	1991	64	33,77	51,23	51,27	76,41	9,24	0,35
	2000	64	24,96	34,55	35,34	52,28	7,24	0,63
	2010	64	14,25	20,15	20,77	33,36	3,61	0,64
Sudeste	1991	160	20,98	29,94	31,22	50,8	6,3	0,76
	2000	160	15,76	20,54	22,47	37,73	5,47	1,18
	2010	160	10,91	14,12	14,55	19,68	1,82	0,92
Sul	1991	94	17,73	26,7	28,72	45,15	7,05	0,5
	2000	94	13,39	18,62	18,51	24,66	2,55	0,17
	2010	94	9,34	12,48	12,54	16,04	1,23	0,3

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD.

TABELA AC4.4 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de diferenciais na mortalidade infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, Rede de distribuição de água, 1991\2010

Unidade Geográfica	ANO	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
Brasil	1991	558	0	51,98	52,95	98,05	22,71	-0,06
	2000	558	7,52	67,08	64,42	98,38	20,09	-0,52
	2010	558	16,41	75,21	72,81	98,95	16,83	-0,91
Centro-Oeste	1991	52	11,17	57,42	54,35	89,16	18,73	-0,41
	2000	52	22,13	70,68	65,45	88,72	16,77	-1,02
	2010	52	35,49	76,59	74,28	95,13	12,66	-1,19
Nordeste	1991	188	0	39,75	40,56	97,68	18,9	0,55
	2000	188	12,64	56,64	56,25	96,71	16,48	-0,15
	2010	188	25,28	69,59	69,07	97,74	12,85	-0,54
Norte	1991	64	0	32,73	33,49	84,93	18,19	0,64
	2000	64	7,52	37,11	40,51	89,85	18,84	0,42
	2010	64	16,41	46,86	48,68	91,7	18,66	0,29
Sudeste	1991	160	21,03	74,35	70,99	98,05	16,97	-0,8
	2000	160	31,71	82,94	79,02	98,38	13,87	-1,05
	2010	160	42,24	85,77	82,53	98,95	12,24	-1,05
Sul	1991	94	17,11	60,77	59,51	95,01	16,95	-0,21
	2000	94	24,81	73,36	71,62	93,91	14,14	-0,75
	2010	94	28,09	81,5	79,33	95,99	12,21	-1,41

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.5 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de diferenciais na mortalidade infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, Rede coletora de esgoto, 1991\2010

Unidade Geográfica	ANO	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
Brasil	1991	558	0	2,04	17,69	91,46	26,22	1,36
	2000	558	0	17,19	28,73	94,83	28,98	0,85
	2010	558	0,15	31,63	36,9	96,79	29,74	0,49
Centro-Oeste	1991	52	0	0,02	7,38	75,36	14,53	2,91
	2000	52	0,16	7	12,85	83,81	17,42	2,13
	2010	52	0,18	14,83	19,11	80,61	17,42	1,55
Nordeste	1991	188	0	0,06	3,61	65,78	8,81	3,7
	2000	188	0	8,15	14,98	69,06	16,35	1,23
	2010	188	0,18	18,59	24,44	83,32	20,59	0,72
Norte	1991	64	0	0	1,28	29,39	4,1	5,26
	2000	64	0,03	1,12	3,94	30,58	6,37	2,67
	2010	64	0,15	3,63	7,53	38,37	9,53	1,89
Sudeste	1991	160	0	55,39	49,98	91,46	26,13	-0,41
	2000	160	2,76	69,94	64,19	94,83	23,29	-0,79
	2010	160	8,33	78,78	71,66	96,79	20,31	-0,99
Sul	1991	94	0	2,29	7,76	50,82	11,3	1,91
	2000	94	1,72	17,25	21,56	68,56	14,44	1
	2010	94	0,84	32,27	32,51	77,81	18,16	0,44

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.6 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de diferenciais na mortalidade infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, Coleta de lixo, 1991\2010

Unidade Geográfica	ANO	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
Brasil	1991	558	0,12	41,75	43,06	100	25,35	0,24
	2000	558	4,92	63,2	62,09	100	23,01	-0,31
	2010	558	17,03	78,51	75,85	100	17,37	-0,58
Centro-Oeste	1991	52	7,46	45,64	45,39	94,59	18,8	0,27
	2000	52	33,76	71,48	69,64	96,22	13,55	-0,33
	2010	52	51,28	83,03	80,81	98,71	9,93	-0,5
Nordeste	1991	188	0,12	26,27	28,52	100	18,86	0,9
	2000	188	4,92	46,78	47,58	100	19,13	0,19
	2010	188	17,03	64,2	64,41	100	15,74	-0,1
Norte	1991	64	0,65	16,38	22,19	71,93	19,89	1,15
	2000	64	9,06	40,01	41,75	89,74	19,73	0,58
	2010	64	24,14	60,59	62,68	95,46	15,46	0,22
Sudeste	1991	160	3,27	64,68	61,28	98,24	23,02	-0,47
	2000	160	22,58	84,07	78,65	99,24	17,35	-1,19
	2010	160	42,96	91,62	87,72	99,77	12,3	-1,55
Sul	1991	94	13,02	51,89	54,07	93,08	18,5	0,05
	2000	94	29,39	73,19	72,57	98,24	15,19	-0,42
	2010	94	46,83	86,61	84,78	99,62	10,66	-1,04

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.7 – Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise de diferenciais na mortalidade infantil por microrregiões, segundo unidade geográfica, Acesso à energia elétrica, 1991\2010

Unidade Geográfica	ANO	N	Mín	Mediana	Média	Máx	Desv.pad	Assimetria
Brasil	1991	558	20,4	78,98	74,13	100	21,08	-0,52
	2000	558	43,39	93,95	88,47	100	12,9	-1,29
	2010	558	66,88	99,11	97,26	100	4,77	-3,15
Centro-Oeste	1991	52	39,84	78,72	75,43	98,33	15,32	-0,73
	2000	52	60,77	93,57	90,42	99,7	9,08	-1,35
	2010	52	88,36	98,91	97,97	99,91	2,37	-2,37
Nordeste	1991	188	25,77	61,39	60,88	100	17,67	0,25
	2000	188	47,74	84,68	82,64	100	12,44	-0,73
	2010	188	76,93	98,45	96,82	100	3,82	-2,53
Norte	1991	64	20,4	53,52	53,98	97,6	18,72	0,37
	2000	64	43,39	71,3	72,32	98,8	13,94	-0,12
	2010	64	66,88	91,95	89,52	99,64	8,33	-0,85
Sudeste	1991	160	32,07	94,35	88,81	99,92	14,27	-1,97
	2000	160	63,02	98,75	96,42	99,91	6,27	-3,06
	2010	160	93,57	99,77	99,34	99,98	1,14	-3,12
Sul	1991	94	48,26	90,48	88,61	99,57	10,08	-1,69
	2000	94	74,74	97,49	96,52	99,85	4,1	-2,83
	2010	94	96,04	99,59	99,45	99,98	0,61	-2,89

Fonte: Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.7 – Correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas na regressão de dados em painel, serviços básicos de infraestrutura urbana e demais variáveis, domínio Brasil, 1991\2010

	TMI	Rede de distrib. de água	Rede coletora de esgoto	Coleta de lixo	Acesso à energia elétrica	População <1/2 SM (%)	Renda domic.per capita (ln)	Taxa de analfabetismo	Taxa de urbanização	Razão criança mulher
TMI	1,00	-0,63	-0,50	-0,75	-0,75	0,81	-0,87	0,88	-0,59	0,78
Rede de distrib. de água	-0,63	1,00	0,69	0,85	0,76	-0,70	0,74	-0,67	0,81	-0,73
Rede coletora de esgoto	-0,50	0,69	1,00	0,69	0,54	-0,63	0,62	-0,54	0,65	-0,58
Coleta de lixo	-0,75	0,85	0,69	1,00	0,85	-0,87	0,90	-0,80	0,87	-0,83
Acesso à energia elétrica	-0,75	0,76	0,54	0,85	1,00	-0,72	0,78	-0,75	0,70	-0,84
População <1/2 SM (%)	0,81	-0,70	-0,63	-0,87	-0,72	1,00	-0,96	0,84	-0,73	0,80
Renda domic.per capita (ln)	-0,87	0,74	0,62	0,90	0,78	-0,96	1,00	-0,91	0,78	-0,82
Taxa de analfabetismo	0,88	-0,67	-0,54	-0,80	-0,75	0,84	-0,91	1,00	-0,72	0,74
Taxa de urbanização	-0,59	0,81	0,65	0,87	0,70	-0,73	0,78	-0,72	1,00	-0,63
Razão criança mulher	0,78	-0,73	-0,58	-0,83	-0,84	0,80	-0,82	0,74	-0,63	1,00

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

TABELA AC4.8 – Ajuste Inicial: Regressões de dados em painel espacial (SARAR) para a queda da mortalidade infantil, em função dos Padrões de Queda, Grande Região, serviços básicos de infraestrutura urbana e outras variáveis de contexto, por painel

Variáveis	1991, 2000, 2010	1991, 2000	2000, 2010
Intercepto	60,574 ^{***}	83,816 ^{***}	38,303 ^{***}
Grande Região			
Sudeste	-	-	-
Centro-Oeste	-1,802 [*]	3,1956 [*]	-0,782
Nordeste	-7,958 ^{***}	12,572 ^{***}	-4,971 ^{***}
Norte	-6,404 ^{***}	8,679 ^{***}	-4,935 ^{***}
Sul	0,349	-0,643	-0,427
Grupo de Padrão de Queda da TMI			
Atrasado	-	-	-
Pré-intermediário	-6,291 ^{***}	-8,688 ^{***}	-3,862 ^{***}
Intermediário	-9,386 ^{***}	-13,313 ^{***}	-4,739 ^{***}
Pós-intermediário	-11,118 ^{***}	-18,278 ^{***}	-5,587 ^{***}
Avançado	-11,857 ^{***}	-21,540 ^{***}	-4,947 ^{***}
Rede de distribuição de água	-0,048 ^{***}	-0,032 [*]	-0,020
Rede coletora de esgoto	-0,016	0,009	-0,008
Coleta de lixo	0,025	-0,011	-0,020
Acesso à energia elétrica	-0,077 ^{***}	-0,004	-0,083 ^{***}
Percentual da população vivendo com menos de ½ s.m.	-0,125 ^{***}	-0,058	-0,008
Renda média domiciliar per capita (ln)	-6,615 ^{***}	-3,496 ^{**}	-3,819 ^{***}
Taxa de analfabetismo	0,277 ^{***}	0,225 ^{***}	0,238 ^{***}
Taxa de urbanização	8,269 ^{***}	4,213 [*]	6,566 ^{***}
Razão criança mulher	17,576 ^{***}	6,217 [*]	10,864 ^{***}
Parâmetros da Variância do Erro			
$\hat{\alpha}$	0,496 ^{***}	0,501 ^{***}	0,445 ^{***}
$\hat{\lambda}$	0,056	0,958 ^{***}	0,134
Coeficiente Espacial Autorregressivo			
$\hat{\rho}$	0,602 ^{***}	-0,538 ^{***}	0,594 ^{***}
Log Verossimilhança	-4,915	-3,320	-2,933
AIC	9,865	6,676	5,902
Testes de Multiplicadores de Lagrange			
$H_0^a: \rho = 0 = \sigma_\alpha^2$; $H_1^a: \rho \neq 0$ ou $\sigma_\alpha^2 \neq 0$	33,440 ^{***}	27,055 ^{***}	22,124 ^{***}
$H_0^b: \rho = 0 \forall \sigma_\alpha^2 \geq 0$; $H_1^b: \rho \neq 0 \forall \sigma_\alpha^2 \geq 0$	26,455 ^{***}	23,151 ^{***}	22,850 ^{***}
$H_0^c: \sigma_\alpha^2 = 0 \forall \rho \geq 0$; $H_1^c: \sigma_\alpha^2 \neq 0 \forall \rho \geq 0$	12,521 ^{***}	11,364 ^{***}	7,898 ^{***}

Fonte: Dados do Atlas do Desenvolvimento Humano 2013 – PNUD, Censos Demográficos de 1991, 2000 e 2010 – IBGE.

Notas: Modelo SARAR. Variável dependente: Taxa de Mortalidade Infantil.

^{***} p-valor até 0,001, ^{**} p-valor até 0,01, ^{*} p-valor até 0,05, “.” p-valor até 0,1 e vazio para não significativo.