

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
MESTRADO EM ECONOMIA

SARAH GECIELLEN CABRAL BRAZ

**REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL E CUMPRIMENTO DO ODM4 NOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

PONTA GROSSA

2020

SARAH GECIELLEN CABRAL BRAZ

**REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL E CUMPRIMENTO DO ODM4 NOS
MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa,
Área de Economia.

Orientadora: Prof.a Dra Augusta Pelinski Raiher.

PONTA GROSSA

2020

B827 Braz, Sarah Geciellen Cabral
Redução da mortalidade infantil e cumprimento do ODM4 nos municípios brasileiros / Sarah Geciellen Cabral Braz. Ponta Grossa, 2020.
67 f.

Dissertação (Mestrado em Economia - Área de Concentração: Economia),
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Augusta Pelinski Raiher.

1. Mortalidade infantil. 2. ODM4. 3. Probit espacial. I. Raiher, Augusta Pelinski. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Economia. III.T.

CDD: 330.9



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR
- <https://uepg.br>

TERMO

SARAH GECIELLEN CABRAL BRAZ

REDUÇÃO DA MORTALIDADE INFANTIL E CUMPRIMENTO DO ODM4 NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Economia, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa, 30 de março de 2020.

Professora Dra Augusta Pelinski Raher - Universidade Estadual de Ponta Grossa

Professora Dra Zelimar Soares Bidarra - Universidade Estadual do Oeste do Paraná / Toledo

Professor Dr. Alysson Luíz Stege - Universidade Estadual de Ponta Grossa



Documento assinado eletronicamente por **ZELIMAR SOARES BIDARRA, Usuário Externo**, em 17/04/2020, às 11:56, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Alysson Luiz Stege, Professor(a)**, em 17/04/2020, às 14:38, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006



Documento assinado eletronicamente por **Augusta Pelinski Raiher, Professor(a)**, em 20/04/2020, às 16:32, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0203783** e o código CRC **C8688A58**.

20.000013744-0

0203783v2

Dedico aos meus pais e a todos que amo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela conclusão de mais um processo em minha vida. Agradeço aos meus pais por todo apoio que tive, por sempre estarem presentes na vida e contribuírem com meu futuro. Em todo o momento da vida sempre acreditaram no meu potencial mesmo quando eu mesma duvidava. Sempre ouvindo palavras de incentivo e de orgulho. Agradeço a todas as pessoas que tiveram comigo ao longo desses dois anos: a minha família, aos meus colegas de mestrado, aos meus professores.

Gostaria de agradecer imensamente a minha orientadora, professora Augusta que concordou em me orientar durante todo esse processo. Através dela pude aprender muito e a admira-la ainda mais em seu trabalho. Não tenho palavras suficientes para agradecer por todo o trabalho realizado por ela.

Também agradeço ao meu namorado pelo apoio e por celebrar comigo as minhas conquistas.

RESUMO

No ano de 2000, foi definido no Fórum do Milênio, na cidade de Nova York (EUA), o objetivo de se reduzir mundialmente a mortalidade infantil com menos de 5 anos em dois terços, meta firmada até o ano de 2015, denominado de 4º objetivo mundial do milênio (ODM4). Neste contexto, este trabalho buscou analisar as condições que afetam a probabilidade de um município brasileiro atingir o ODM4, considerando o período de 2000 a 2015. De forma mais precisa, mensurou-se o alcance do ODM 4 entre os municípios brasileiros em 2015, numa análise espacial. Além disso, as mesmas análises foram feitas para cada região do país. Para isso, utilizou-se o modelo Probit espacial com os dados oriundos principalmente do Censo Demográfico e Sistema DATASUS Tabnet, além de fazer uma análise comparativa entre os anos de 2000 e 2015 entre os municípios e as regiões do Brasil, verificando os municípios que reduziram a quantidade de óbitos infantis pelo país e alcançaram a meta de 15,7 óbitos infantis por mil nascidos vivos. Como corolário, evidenciou-se um avanço expressivo dos municípios que atingiram o ODM 4 em 2015, havendo ainda uma heterogeneidade ao longo do país, com os melhores resultados estando nas regiões Sul e Sudeste. No que se refere aos fatores que afetam a probabilidade de se inserir no 4º Objetivo de Desenvolvimento do Milênio, encontrou-se um efeito negativo para a taxa de analfabetismo entre as mulheres, para a taxa de fecundidade e para a desigualdade de renda, existindo um efeito espacial dessas variáveis. Além disso, o Programa Saúde da Família contribuiu positivamente para elevar a probabilidade do município ter alcançado o ODM4. Regionalmente, esses fatores se apresentaram importantes, com destaque para a fecundidade nas regiões que não atingiram ainda, na média, a meta do milênio, e a formação do capital humano feminino para as regiões Sul e Sudeste que já estão dentro do ODM 4.

Palavras-chave: Mortalidade infantil. ODM4. Probit espacial.

ABSTRACT

In the year 2000, the Millennium Forum, in New York City (USA), defined the objective of reducing infant mortality under five years by two thirds, a goal established by the end of the year. year 2015, called the 4th global millennium objective (MDG4). In this context, this work sought to analyze the conditions that affect the probability of a Brazilian municipality to achieve MDG4, considering the period from 2000 to 2015. More precisely, the reach of MDG 4 was measured among Brazilian municipalities in 2015, in a spatial analysis. In addition, the same analyzes were carried out for each region of the country. For this, the spatial Probit model was used with data mainly from the Demographic Census and DATASUS Tabnet System, in addition to making a comparative analysis between the years 2000 and 2015 between municipalities and regions in Brazil, verifying the municipalities that reduced the number of infant deaths across the country and reached the target of 15.7 infant deaths per thousand live births. As a corollary, there was a significant advance in the municipalities that reached MDG 4 in 2015, with heterogeneity throughout the country, with the best results being in the South and Southeast regions. With regard to the factors that affect the likelihood of entering the 4th Millennium Development Goal, a negative effect was found for the illiteracy rate among women, for the fertility rate and for income inequality, with a spatial effect of these variables. In addition, the Family Health Program contributed positively to raising the probability of the municipality having achieved MDG4. Regionally, these factors were important, with an emphasis on fertility in regions that have not yet reached, on average, the millennium goal, and the formation of female human capital for the South and Southeast regions that are already within the MDG 4.

Keywords: Infant mortality. MDG4. Spatial Probit

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1	-	Resumo das evidências empíricas acerca dos determinantes da mortalidade infantil – nacionais e internacionais	20
Quadro 2	-	Variáveis Explicativas do modelo (8), sinal esperado e fonte dos dados.....	27
Figura 1	-	Processo de defasagem espacial.....	30
Figura 2	-	Mortalidade Infantil por mil nascidos vivos em 2000 (a), em 2015 (b) e taxa de crescimento da mortalidade infantil entre 2000 e 2015 (c) – municípios do Brasil.....	35
Figura 3	-	<i>I</i> de Moran Local (LISA): Clusters espaciais - Mortalidade Infantil por Mil Habitantes – Brasil – 2010	38
Figura 4	-	<i>I</i> de Moran Local (LISA): Clusters espaciais - Mortalidade Infantil por Mil Habitantes – Brasil - 2015	38
Figura 5	-	Mapa de significância Join Count Local para o ODM4BR 2015 (a) para o ODM4 local (b)	41
Figura 6	-	Municípios que atingiram e que não alcançaram o ODM4 local - Municípios Brasileiros -2015	43
Figura 7	-	Municípios que atingiram e que não alcançaram o ODM4BR - Municípios Brasileiros -2000 (a) e 2015 (b)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Estatística Descritiva acerca da mortalidade infantil por mil nascidos vivos – municípios brasileiros – 2000 e 2015	33
Tabela 2	- Municípios brasileiros que alcançaram o ODM4BR e ODM4 local - Brasil – 2000 e 2015	33
Tabela 3	- Número de Municípios que elevaram suas taxas de mortalidade infantil entre 2000 e 2015 – Por regiões – Brasil.....	36
Tabela 4	- Estatística <i>I</i> de Moran univariado – Mortalidade Infantil por Mil nascidos vivos – Brasil – 2000 e 2015	37
Tabela 5	- Estatística <i>I</i> de Moran Bivariado – Mortalidade Infantil por Mil Habitantes de 2000 versus taxa de crescimento da mortalidade infantil entre 2000 e 2015 – Brasil - 2015	39
Tabela 6	- Número de municípios brasileiros que alcançaram a ODM4BR, por região – 2000 e 2015	42
Tabela 7	- Número de municípios brasileiros que alcançaram a ODM4BR local, por região – 2000 e 2015	42
Tabela 8	- Estimativa do Modelo Probit para ODM4BR – Todos os municípios do Brasil.....	46
Tabela 9	- Efeitos Diretos e Indiretos – ODM4BR – Todos os municípios.....	46
Tabela 10	- Estimativa do Modelo Probit para ODM4	48
Tabela 11	- Efeitos Diretos e Indiretos	49
Tabela 12	- Estatística Descritiva acerca da mortalidade infantil por mil nascidos vivos – regiões brasileiras – 2000 e 2015	51
Tabela 13	- Estimativa do Modelo Probit para ODM4BR – Regiões Brasileiras	53
Tabela 14	- Efeitos diretos e indiretos para o Modelo Probit Espacial: ODM4BR e Regiões Brasileiras (Centro-Oeste, Nordeste e Norte).....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 A MORTALIDADE INFANTIL COMO OBJETO DE ESTUDO	15
2.1 Determinantes da Mortalidade Infantil e Evidências Empíricas	16
3 METODOLOGIA	22
3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)	22
3.2 Dados e suas fontes	26
3.3 Estratégias Empírica: Modelo Probit Espacial	29
4 ODM4 E SEUS DETERMINANTES: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA OS MUNICÍPIOS DO BRASIL	32
4.1 ODM4BR dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes: Probit Espacial	45
4.2 ODM4 local dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes: Probit Espacial	48
4.3 ODM4BR dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes para as Regiões do Brasil: Probit Espacial	51
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

Em 2000 foi realizado um pacto global entre os 191 países membros da Organização das Nações Unidas (ONU). Nesse encontro, os governantes e os chefes de Estados junto com a ONU firmaram objetivos concretos para o novo milênio, como reduzir para metade a percentagem de pessoas que vivem na pobreza extrema, fornecer água potável e educação a todos, inverter a tendência de propagação do VIH/SIDA, combater a injustiça, a desigualdade, o terror e o crime e comprometeram-se a combatê-los (DECLARAÇÃO DO MILÊNIO, 2000).

Além de se determinar objetivos, também foi estabelecido prazos, de modo que os países que se comprometeram com os objetivos firmados em 2000 teriam até o ano de 2015 para cumpri-los. E o Brasil foi um dos países que se comprometeu a atingir as metas do milênio.

Nesta dissertação, o foco será a análise do quarto Objetivo do Milênio e seu cumprimento pelos municípios do Brasil. O coeficiente ou taxa de mortalidade infantil (TMI) é um indicador socioeconômico que revela a situação de saúde de uma população, sintetizando as condições de bem-estar social, de alimentação, de acesso aos serviços de saúde e o próprio desempenho das ações dirigidas à população menor de cinco anos. Por isso, é um dos principais indicadores utilizados por organismos internacionais na avaliação do grau de desenvolvimento alcançado pelos países e no monitoramento da evolução da equidade social em grupos distintos (ALMEIDA, 2016).

Conforme destaca Souza e Maia (2004), o TMI é comumente usado para avaliar as condições de vida e de saúde da população, mensurando os ganhos obtidos na qualidade de vida no que se refere à nutrição, acesso à água tratada e saneamento, assim como a serviços de saúde. A taxa de mortalidade infantil é usada para analisar variações geográficas e temporais da mortalidade infantil, na identificação de tendências e situações de desigualdade, na avaliação dos níveis de saúde e de desenvolvimento socioeconômico da população, e no direcionamento de políticas de planejamento e gestão de recursos públicos voltados para a área de saúde (SIMÕES, 1999). Importante ressaltar que o TMI é um indicador que capta diretamente os elementos acerca da vulnerabilidade infantil, entretanto, a sua abrangência permite que os aspectos de bem-estar de toda a população sejam mensurados.

Em um estudo para os estados do Nordeste, Ottonelli, Silva e Marin (2013) constataram que a taxa de mortalidade infantil apresentou relação negativa com o Índice de

Desenvolvimento Humano - Municipal (IDH-M) para todos os estados. Com efeito, identificaram que um aumento de 1% no número de óbitos infantis pode gerar uma redução de 0,25% no IDH-M. Portanto, a taxa de mortalidade infantil é um indicador que demonstra como esta a situação de desenvolvimento da região, ratificando as inferências feitas nos parágrafos anteriores.

Com efeito, Liu, Chen e Wang (2015) evidenciam tal abrangência, relacionando a mortalidade infantil com a saúde materna, com o acesso aos tratamentos médicos e com as próprias condições socioeconômicas locais, inferindo a existência de uma correlação entre a mortalidade infantil e a saúde populacional. Por isso, o TMI é entendido por muitos autores como um dos indicadores sínteses do desenvolvimento socioeconômico regional.

Os dados do relatório Levels & Trends in Child Mortality (UN IGME, 2015) sintetizam o alcance desse objetivo, analisando a evolução que se teve em 25 anos, considerando os dados mundiais: em 1990, de 1000 nascidos vivos, 91 vinham ao óbito antes dos 5 anos, e em 2015 esse valor caiu para 43. Ademais, em 1990 o número de óbitos de crianças era de 12,7 milhões, reduzindo para 5,9 milhões de óbitos infantis em 2015. Como se pode constatar, a mortalidade infantil global não reduziu em dois terços, entretanto, ao analisar separadamente os continentes, na média, percebe-se que alguns alcançaram a meta (como é o caso do Leste Asiático, América Latina e Caribe), enquanto outros ficaram bem aquém do objetivo (África Subsaariana e Oceania), puxando para baixo o resultado global.

De maneira geral, pode-se inferir que as regiões desenvolvidas conseguiram reduzir a mortalidade infantil em dois terços, ao passo que, dentre as regiões em desenvolvimento, nem todas alcançaram esse objetivo. Se a mortalidade infantil continuar seguindo a tendência de queda, o prognóstico é de que em 2026 o mundo alcançará ODM 4, com 10 anos de atraso da meta estabelecida.

No Brasil, de acordo com os dados apresentados no 5º Relatório Nacional de Acompanhamento do ODM (BRASIL, 2014), o país atingiria a meta de redução de mortalidade infantil até 2015. Em 1990, a taxa era de 53,7 óbitos para 1000 nascidos vivos e em 2011 passou para 17,7 óbitos. Houve também redução na desigualdade regional, de modo que, a mortalidade infantil diminuiu em todas as regiões do País nesse intervalo de tempo, verificando um ritmo mais acelerado no Nordeste (redução de 76%, média de 6,6% ao ano), região na qual se tinha um nível de mortalidade superior às demais regiões (em 1990, a mortalidade no Nordeste era 2,5 vezes maior que a do Sul, diferença que foi reduzida para 1,6 vezes em 2011).

Santos, Tejada e Ewerling (2012) inferem que a implantação de um sistema de saúde universal [o Sistema Único de Saúde (SUS)], após a Constituição Federal de 1988, e a ampliação das coberturas de atenção básica, foram responsáveis por parte do sucesso brasileiro no alcance da meta do milênio, principalmente por meio da estratégia da Saúde da Família.

O Programa Saúde da Família (PSF) foi desenhado para prestar assistência contínua nas especialidades básicas para uma população, por meio de equipes de saúde da família. Essas equipes são formadas por multiprofissionais, composta por médicos, enfermeiros e agentes comunitários de saúde, responsáveis pelas ações básicas de promoção, prevenção, diagnóstico precoce, tratamento e reabilitação, características da atenção primária. Enquanto em 1995 a estratégia Saúde da Família era adotada por 115 municípios no país todo, em dezembro de 2013 já estava presente em mais de 95% das cidades brasileiras. Destarte, conforme apresentada por Santos, Tejada e Ewerling (2012), esse programa contribuiu para a redução da mortalidade infantil no país.

Pesquisas apontam que em 2002 os municípios com mais de 70% de cobertura do PSF tinham 34% menos crianças com baixo peso ao nascer, além de melhor cobertura vacinal. Além disso, estudos demonstram que a ampliação de 10% na população atendida pelas equipes de Saúde da Família respondia por 4,5% da redução da mortalidade infantil entre 1990 e 2002 (BRASIL, 2014).

Assim, a adoção do PSF nos municípios está associada às reduções na mortalidade, principalmente nas fases iniciais da vida. Entre 1995 a 2003, o impacto do PSF na mortalidade infantil foi maior em municípios com piores condições iniciais e nas regiões mais pobres do País (Norte e Nordeste). Em avaliação realizada em 2012, considerando somente a região Nordeste, no período de 2005 a 2007, os resultados continuaram mostrando impacto significativo da estratégia da saúde da família sobre a mortalidade infantil. (BRASIL, 2014).

É importante destacar que, embora se tenha reduzido às taxas de mortalidade em nível de Brasil e se tenha minimizado as discrepâncias regionais, nem todos os municípios brasileiros atingiram o ODM4. Considerando que a aferição desse objetivo representa uma melhora nas condições de bem-estar local, se questiona acerca dos fatores que diferenciam esses municípios que estão aquém da meta do ODM4, indagando acerca dos elementos que podem elevar a probabilidade de se alcançar essa meta.

Por isso, este trabalho tem por objetivo geral analisar as variáveis que afetaram a probabilidade de um município brasileiro atingir o ODM4 (redução da mortalidade infantil), considerando o período 2000 a 2015. De forma mais precisa, mensurou-se o atendimento do

ODM 4 entre os municípios brasileiros em 2015, analisando sua evolução temporal, e identificou os fatores que afetam a probabilidade de um município alcançar o ODM 4, numa análise espacial. Além disso, as mesmas análises foram feitas para cada região do país. Ressalta-se que o ano de 2015 foi escolhido como ano final de análise dado o prazo estabelecido para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio.

De forma mais específica, tem-se os seguintes objetivos específicos: analisar a dinâmica da mortalidade infantil por mil nascidos vivos e o atendimento do ODM 4, considerando o país como um todo e também analisando por regiões; investigar as possíveis relações espaciais da mortalidade infantil por mil nascidos vivos e do ODM 4; identificar os fatores que elevam a probabilidade de um município atingir o ODM 4.

A principal hipótese desse trabalho é de que elementos como taxa de fecundidade, desigualdades de renda, PSF e formação do capital humano feminino, podem afetar a probabilidade de um município atingir a ODM 4, existindo um efeito socioeconômico nesse processo.

Como contribuição dessa pesquisa, tem-se a inclusão do espaço na determinação dos fatores que afetam a probabilidade de se cumprir o ODM 4, inclusão que se justifica por estar se trabalhando com municípios, de modo que, políticas de saúde, condições socioeconômicas de um espaço, dentre outros elementos, podem afetar e modificar as condições do envoltório no que se refere à mortalidade infantil. Por isso, incluiu-se o espaço na análise econométrica, diferenciando essa pesquisa das demais que focaram nos determinantes da mortalidade infantil do Brasil (como: DUARTE, 1992; SSEWANYANA; YOUNGER, 2008; SILVA, 2016; LIMA *et al*, 2017; MAKHLOUF; KELLARD; VINOGRADOV, 2017; dentre outros)

Ademais, este trabalho se difere de outros na literatura especialmente por não trabalhar apenas com os determinantes da mortalidade infantil, mas sim, com os fatores que elevam a probabilidade do município reduzir sua taxa de mortalidade infantil por mil nascidos vivos de modo à atingir o 4º Objetivo de Desenvolvimento do Milênio. Soma-se a isso, a inovação na literatura nacional ao se analisar todos os municípios brasileiros, e, na sequência, ao fazer inferências regionais. Importante destacar que ao fazer uma busca no Portal de Periódicos da Capes¹, apenas um artigo falou sobre o ODM 4 no Brasil (BATISTA FILHO E CRUZ, 2015), relatando apenas acerca da disparidade do alcance desse objetivo entre as regiões do país. Da mesma maneira, no Catálogo de Dissertações e Teses da Capes se

¹ Inseriu inicialmente as palavras “ODM 4”, “MGD 4”, “Child Mortality” e “Brazil”, não obtendo nenhum resultado. Na sequência, incluiu “objetivos do milênio”, “Mortalidade infantil” e “Brasil”, e identificou-se apenas um trabalho.

encontrou apenas um trabalho relacionado ao ODM 4 (PEDRO, 2014)², o qual foca na relação entre o PSF à mortalidade infantil.

Assim, esta dissertação está dividida em cinco capítulos, incluindo este. Em seguida, tem-se a revisão de literatura na qual se aborda os estudos e dados empíricos encontrados sobre mortalidade infantil. No terceiro capítulo tem-se a metodologia, seguida da apresentação dos principais resultados encontrados e as considerações finais.

²Utilizou-se as mesmas palavras-chaves que anteriormente.

2 A MORTALIDADE INFANTIL COMO OBJETO DE ESTUDO

No ano de 2000, o Brasil juntamente com outros líderes mundiais membros das Nações Unidas se reuniram e se comprometeram a alcançar objetivos específicos e atingíveis até o ano de 2015, realizando assim um pacto com a Organização das Nações Unidas (ONU). Deste encontro, construiu-se os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs).

Os objetivos firmados entre a Organização das Nações Unidas e os 191 países foram: erradicar a extrema pobreza e a fome (1), atingir o ensino básico universal (2), promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres (3), reduzir a mortalidade infantil (4), melhorar a saúde materna (5), combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças (6), garantir a sustentabilidade ambiental (7), estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento (8).

No quarto objetivo, se propunha reduzir a mortalidade infantil com menos de 5 anos em dois terços até o ano de 2015 (ODM 4). No caso do Brasil, isso significou reduzir para 15,7 óbitos por 1000 nascidos vivos a mortalidade infantil. Entretanto, nem todos os municípios auferiram esse valor. Assim, essa pesquisa tem como principal foco na identificação dos fatores que podem elevar a probabilidade de um município atingir essa meta.

Duarte (1992), afirma que a mortalidade infantil tende a revelar determinadas características como condições de moradia, saneamento básico, assistência médica e nutrição, os quais juntos formam diversos riscos contra a vida. O espaço sócio geográfico é considerado pela autora como uma unidade de análise adequada para avaliar os diferenciais de mortalidade infantil, ou seja, os níveis e tendências da mortalidade infantil, analisados para diferentes áreas geográficas, tendem a reproduzir as disparidades existentes entre situações de vida de seus habitantes. Reproduzem, por um lado, a distribuição dos bens de consumo coletivo, tal como: saúde, educação, saneamento básico, definida pelo Estado em forma de políticas setoriais. Por outro lado, evidenciam as desigualdades na distribuição direta de riquezas geradas no âmbito econômico, especificadas pelos níveis salariais e postos de empregos.

2.1 Determinantes da Mortalidade Infantil e Evidências Empíricas

De acordo com Liu *et al* (2016), a nível mundial, 45,1% crianças morreram no período neonatal (1 a 28 dias de vida) em 2015, tendo como principais causas: complicações no parto de prematuros, pneumonia e eventos relacionados ao trabalho de parto. Entre os óbitos infantis (1 a 59 meses de vida), as principais causas foram pneumonia, diarreia, acidentes e malária. Nos países da África Subsaariana e Sul da Ásia, regiões com maiores taxas de mortalidade infantil, as causas eram diferentes: enquanto na África a pneumonia era a doença que mais ceifava as vidas das crianças, na Ásia, cerca de 57% dos óbitos infantis ocorreram no período neonatal. Ressalta-se que grande parte dos óbitos ocorridos no período neonatal eram mortes por causas inevitáveis, as quais possuíam uma relação menor com o meio no qual essas crianças estavam inseridas.

Lawn (2006) analisa a diferença entre esperar uma gestação em um país desenvolvido e num país em desenvolvimento. Para o autor, no país rico, a gestação é acompanhada semanalmente por médicos e sua equipe, e em países mais pobres, sem acesso a hospitais e unidades de saúde, crianças são registradas tardiamente e, caso um óbito venha a ocorrer no período neonatal, tende a não se ter o registro, ou seja, os óbitos neonatais podem ter dimensões muito maiores do que são realmente contabilizados, principalmente em regiões de extrema pobreza. O autor também traz um *rank* de países com maiores mortes neonatais, em que, a Índia, a China e o Paquistão estão na liderança dessa classificação, com 27%, 10% e 7%, respectivamente, das mortes infantis com idade de 1 a 28 dias de vida no mundo.

Ssewanyana e Younger (2008), analisando o país Uganda entre os anos 1974 e 1999, identificaram uma correlação negativa entre a renda das famílias e a mortalidade infantil; entretanto, essa associação apresentou-se pequena e, por isso, segundo os autores, um avanço drástico na melhora da renda familiar não necessariamente reduziria significativamente a taxa de mortalidade infantil no país. Também encontraram correlação negativa entre a educação materna e a mortalidade, contudo, os autores perceberam que o efeito da educação primária era maior que o efeito da educação secundária sobre a mortalidade infantil, demonstrando que existe uma relação de “U” invertido na curva de educação das mães na mortalidade infantil. Melhorias no alcance das vacinações contra doenças infantis e cuidados gerais com a saúde também causaram significantes reduções no número de óbitos infantis em Uganda.

No trabalho de Christiaensen e Alderman (2004) acerca da Etiópia, os autores evidenciaram um efeito negativo sobre a mortalidade infantil quando considerado a educação

dos pais e das mães, com um impacto maior para essa última. Assim, inferem que um nível maior de instrução dos pais/mães propicia a criação de filhos mais nutridos, com maiores chances de sobrevivência. Os autores também obtiveram resultados semelhantes ao estudar a Uganda, em que, a educação primária apresentou um maior efeito na mortalidade infantil do que a educação secundária para as mulheres mães. Ademais, evidenciaram que educação afeta a renda familiar, a qual impacta positivamente o combate da desnutrição infantil.

Lee *et al* (2015) observam que o aumento do preço dos alimentos, como a crise global dos preços dos alimentos em 2008, leva ao aumento da preocupação com a segurança alimentar mundial. A alta dos preços dos alimentos eleva a probabilidade da fome e a redução de alimentos nutritivos, ocasionando prejuízos à saúde da população e intensificando a mortalidade. Levando em consideração essa preocupação, os autores analisaram o período de 2001 a 2011 através de um painel de dados com 95 países, em desenvolvimento e os menos desenvolvidos, e concluíram que o impacto dos preços é maior nos países menos desenvolvidos que nos em desenvolvimento. Se o preço dos alimentos aumentar em 10%, eleva em 2,3% o número de óbitos infantis com menos de 1 ano, mantendo tudo constante.

Makhlouf, Kellard e Vinogradov (2017) examinaram a relação entre a mortalidade infantil e a flutuação do preço das *commodities*, tendo como banco de dados 69 países de baixa e média-baixa renda entre o período de 1970 a 2010, sendo 25 exportadores e 44 importadores de *commodities*. Os autores observaram que a volatilidade dos preços afeta a mortalidade infantil, no entanto, países importadores apresentaram efeitos maiores que os exportadores de produtos de baixo valor agregado, tendendo a sofrer mais com os efeitos da variação de preço. Com efeito, essa volatilidade dos preços gera uma incerteza macroeconômica no país, afetando a oferta de trabalho, o nível de preços (inflação), o comportamento das famílias (poupança e consumo), aumentando a pobreza, a desnutrição e, consequentemente, a mortalidade infantil. Contudo, para reduzir esses efeitos negativos, os autores inferem como necessário se ter uma diversificação da pauta de importação e exportação e/ou a substituição dos produtos importados/exportados, além de melhorar a qualidade das instituições do país visando reduzir o grau de incerteza que se alastra nos territórios nacionais dada a volatilidade dos preços das *commodities*.

Lima *et al* (2017) trazem em seu artigo a perspectiva brasileira, analisando o Estado do Mato Grosso, com foco na mortalidade infantil em Cuiabá, capital do estado. Conforme dados encontrados pelos autores, para os anos de 2006 a 2010, utilizando a *linkage* probabilística, a mortalidade infantil reduziu em 67,1% e os fatores associados a essa queda

foram: o aumento o número de consultas pré-natais, as equipes treinadas para reanimação em sala de parto e a existência de unidades intensivas neonatais preparadas para atender prematuros.

Almeida *et al* (2011) fez um estudo de caso para os municípios da região sul de São Paulo, entre os anos de 2000 a 2001, através da coleta de dados por questionários e prontuários hospitalares, com uma amostra de 213 recém-nascidos. Como corolário, encontrou mortalidade elevada tanto para nascimentos de extremo baixo peso quanto para os com maior viabilidade. Nas suas análises, a identificação precoce de uma gestação de risco e o cuidado com o recém-nascido trazem resultados satisfatórios na redução da mortalidade infantil.

Duarte (1992), analisando o estado do Rio de Janeiro, obteve resultados que afirmam a hipótese da existência de desigualdades entre as regiões do Rio de Janeiro, em que, as áreas que apresentaram renda familiar mais baixa registraram os piores indicadores de acesso ao consumo coletivo como saneamento básico e leitos de hospitais, ressaltando que as regiões menos assistidas obtiveram maiores níveis de mortalidade infantil e baixa tendência de queda do indicador, a exemplo a região Norte Fluminense e do Grande Rio.

Ao investigar os municípios de Pernambuco para os anos de 2000 e 2010, utilizando um modelo de dados em painel, com dados do atlas de desenvolvimento humano da PNUD e da Secretaria do Tesouro Nacional, Silva (2016) encontrou relação positiva com o aumento da mortalidade infantil para as variáveis: pobreza, educação e taxa de fecundidade total e; uma relação negativa com percentual de pessoas com acesso ao saneamento básico e gasto com saúde por habitante. Ademais, infere que quanto maior o nível educacional dos pais, maiores as chances de um diagnóstico precoce de doenças e tratamento, reduzindo assim o número de óbitos infantis. Segundo o autor, a taxa de fecundidade total pode ser analisada como o alcance das mulheres a programas de planejamento familiar com a distribuição e ensino sobre a utilização dos métodos contraceptivos, enfatizando que quanto maior essa taxa, menos mulheres estão inclusas nesses programas e menos mães possuem acesso à informação.

Santos *et al* (2003), concluíram em um processo de entrevistas entre 40 unidades de saúde no município de Olinda em Pernambuco, que 100% delas dispunham de todas as vacinas, faziam esquema vacinal completo e apresentavam envolvimento multiprofissional; 98% realizavam busca de faltosos; 85% faziam conservação adequadamente e 70% realizavam educação em saúde, confirmando assim a efetividade das ações de imunização pelo PSF.

Cavalcante e Silva (2004) constataram, ao estudar o impacto do PSF no Município de Sobral, Ceará, uma tendência de aumento progressivo da cobertura vacinal que era de 68% em 1997, passando para 96,5% em 2002. Foi analisado o esquema vacinal básico completo (Pólio, DPT, BCG e Sarampo) de crianças menores de cinco anos. A análise dos efeitos do PSF realizada por Guimarães, Alves e Tavares (2009) sobre a mortalidade infantil é fundamentada na lógica de evitabilidade dos óbitos redutíveis pelas ações de atenção primária realizadas pelo programa, que seriam a imunoprevenção; adequado controle da gravidez; adequada atenção ao parto; ações de prevenção, diagnóstico e tratamento precoce e por ações com parcerias com outros setores.

Uma análise da situação da saúde e da vigilância da saúde da mulher, disponibilizados no Relatório Saúde Brasil (2011), apresentou que, em 2010, o número de consultas pré-natal aumentou em relação ao ano de 2000, havendo uma elevação da proporção de mães que realizaram sete ou mais consultas, passando de 46% em 2000 para 61,1% em 2010. Essa variação significou 271 mil nascimentos a mais em 2010, em que, esse aumento foi identificado em todas as regiões do país, apesar das regiões Norte e Nordeste permanecerem abaixo da média nacional. Referente à escolaridade materna, observou-se que, quanto maior a escolaridade da gestante, mais consultas de pré-natal ela teve. Considerando a cor/raça do recém-nascido, o número de nascimentos cuja mãe teve a quantidade adequada de consultas aumentou para todas as categorias, com exceção para a indígena, de modo que, quase 80% das mães de recém-nascidos brancos tiveram o número de consultas pré-natal recomendadas, enquanto as mães indígenas que consultaram sete ou mais vezes reduziu de 26% no ano de 2000 para 19,5% em 2010.

Victoria (2001) em seu artigo utilizou duas fontes principais de dados sobre mortalidade: estimativas indiretas baseadas em censos e pesquisas domiciliares e coeficientes baseados no Registro Civil. Fazendo uma análise das taxas de mortalidade infantil e materno encontrou informações que reforçam as disparidades da cobertura e número médio de consultas à atenção pré-natal ao longo do país, em que, as regiões Norte e Nordeste são as regiões com mais baixo número de consultas em relação às outras regiões. Além disso, os riscos de mortalidade infantil são maiores para crianças cujas mães tiveram pouca ou nenhuma frequência ao pré-natal. O autor infere que melhoria na atenção pré-natal é a medida prioritária para a redução da mortalidade de menores de cinco anos no Brasil. A atenção às gestantes e aos recém-nascidos nas áreas rurais é de suma importância, como a capacitação de profissionais da saúde e fornecimento de material obstétrico. O saneamento básico adequado

é capaz de prevenir óbitos, incluindo os infantis, considerando que, uma redução de 50% dos municípios sem saneamento adequado previne 21,4% de mortes por diarreia ou 1,7% do total de mortes de menores de cinco anos, segundo o autor.

Enfim, apesar dos autores utilizarem base de dados e metodologias diferentes para alcançar seus objetivos, foi constatado em todos eles que a mortalidade infantil é resultado de vários fatores relacionados ao meio no qual estão inseridos. No Quadro 1 estão sintetizados esses trabalhos, com as principais contribuições para a identificação dos determinantes da mortalidade infantil no país, apresentando também as inferências a nível internacional.

Quadro 1 - Resumo das evidências empíricas acerca dos determinantes da mortalidade infantil – nacionais e internacionais

Autor(es)	Região analisada	Metodologia	Principais fatores determinantes
Duarte (1992)	Estado do Rio de Janeiro	Análise descritiva	Renda familiar (-) Regiões menos assistidas (+)
Victoria (2001)	Brasil	Análise descritiva Dados Censitários	N ^a de consultas de pré-natal (-) Pós-parto (-) Capacitação dos profissionais da saúde (-) Saneamento básico (-)
Christiaensen e Alderman (2004)	Etiópia	Função de utilidade Becker (1981)	Educação dos pais (-) Renda familiar (-)
Ssewanyana e Younger (2008)	Uganda	Modelo Probit	Renda das famílias (-) Educação Materna (-) Vacinação (-) Cuidados com a saúde (-)
Almeida, <i>et al</i> (2011)	Sul do município de São Paulo	Questionários e prontuários hospitalares	Agilidade na identificação de uma gestação de risco (-) Cuidados com o recém-nascido (-)
H.Lee, A.Lee, Lim, Park (2015)	95 países em desenvolvimento e menos desenvolvidos	Dados em painel	Alta dos preços dos alimentos (+)
Silva (2016)	Pernambuco	Dados em painel	Pobreza (+) Saneamento básico (-) Educação (-) Taxa de fecundidade total (+) Gasto com saúde p/habitantes (-)
Lima <i>et al</i> (2017)	Cuiabá - MT	<i>Linkage</i> probabilística	N. de consultas de pré-natal (-) Equipes profissionais treinadas (-) UTI'S neonatais (-)
Makhlouf, Kellard e Vinogradov (2017)	69 países de baixa e média-baixa renda	Dados em painel	Volatilidade dos preços das <i>commodities</i> (+)

Fonte: autora.

Para esta dissertação, as variáveis utilizadas para este estudo foram ao encontro com os autores: Duarte (1992), Christiaensen e Alderman (2004), Ssewanyana e Younger (2008) e Silva (2016), como a renda das famílias, o grau de escolaridade da mulher, o número de pessoas pobres no município, a eficiência dos programas do SUS, a cobertura vacinal e a desigualdade social.

3 METODOLOGIA

Este estudo analisa o cumprimento da ODM4 pelos municípios brasileiros, identificando os diferentes fatores que elevaram as chances de se atingir tal meta, considerando o período 2000 a 2015. Assim, a hipótese é de que elementos como taxa de fecundidade, desigualdades de renda, PSF e formação do capital humano feminino, afetam a probabilidade de um município atingir a ODM 4, existindo um efeito de transbordamento espacial nesse processo. Para isso, inicialmente se mensurou o ODM4 para cada município do país, investigando se este foi alcançado no ano de 2015, analisando também sua distribuição espacial.

A seguir, é apresentada a análise exploratória de dados espaciais, os dados utilizados e a estratégia empírica aplicada para auferir os objetivos propostos por essa dissertação.

3.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

A análise acerca da distribuição espacial da mortalidade infantil por mil nascidos vivos, bem como a evolução dessa distribuição ao longo do tempo, se torna importante especialmente na busca de se identificar conglomerados de defasagem da saúde infantil ao longo do país, atrelado aos movimentos que ocorreram nessa distribuição intertemporalmente. E para isso, utilizou-se a Análise Exploratória de Dados Espacial (AEDE).

A AEDE é uma coleção de ferramentas que permite conhecer os dados espaciais e constitui numa etapa preliminar antes de efetuar a modelagem econométrica espacial (ALMEIDA, 2012). A primeira tarefa seria descobrir se há aleatoriedade dos dados no espaço, ou seja, se não há conexões espaciais referentes à variável de interesse.

Os dados espaciais agregados são caracterizados por dependência (espacial), autocorrelação e heterogeneidade (estrutura espacial). Esses efeitos espaciais são importantes na análise econométrica aplicada, pois podem invalidar certos resultados metodológicos padrão, exigindo adaptações a outros e, em alguns contextos, demandando o desenvolvimento de um conjunto especializado de técnicas. Para isso, inicialmente é necessário determinar uma matriz de ponderação que reflita o arranjo espacial das interações do fenômeno a ser estudado.

A noção original de dependência espacial baseava-se na contiguidade entre unidades espaciais. Nessa concepção, os elementos da matriz recebem valor 1 quando existe fronteira

entre as unidades espaciais e valor 0 quando essa fronteira não existe, tendo as seguintes convenções: matriz rainha (*queen*), torre (*rook*) e bispo (*bishop*). Elas recebem esse nome em referência ao movimento de peças em um tabuleiro de xadrez: a convenção de contiguidade é dita ser rainha quando é considerado zero tudo além das fronteiras entre as regiões; é chamado de torre quando apenas a fronteira física diferente de zero entre as regiões é levado em conta, e; chamado de bispo quando somente as vértices não são consideradas iguais a zero.

Outro critério para medir a dependência espacial com pesos espaciais é a distância geográfica. Segundo Almeida (2012), uma matriz muito utilizada na literatura é a matriz de k vizinhos mais próximos, $w_{ij}(k)$, a qual também é uma matriz binária, entretanto baseada na distância geográfica (em quilômetros ou milhas).

$$w_{ij}(k) = \begin{cases} 1, & d_{ij} \leq d_i(k) \\ 0, & d_{ij} > d_i(k) \end{cases} \quad (1)$$

Em que, $d_i(k)$ é a distância de corte para a região i , especificamente, a fim de que esta região i tenha k vizinhos. De novo, é assumido que $w_{ij}(k) = 0$, por convenção. Mais precisamente, $d_i(k)$ é a menor distância para a região i a fim de que ela possua exatamente k vizinhos. E esta distância de corte varia de região para região. Assim, a expressão (1) informa que a proximidade é baseada em um critério de distância de tal sorte em que duas regiões são consideradas vizinhas, caso encontrem-se dentro de uma distância de corte necessária para que se tenha o número predeterminado de vizinhos.

Tendo a matriz de convenção espacial determinada visando mensurar as interações entre unidade espaciais, é necessário quantificar a dependência espacial. Para isso, o índice I de Moran, desenvolvido por Moran (1950), é o principal indicador utilizado. Seu valor é dado por:

$$I = \frac{n}{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij}} \times \frac{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

Onde: n é o número de regiões, x_i é o valor da variável x na região i , x_j é o valor da variável x na região j , w_{ij} elemento da linha i e coluna j da matriz de proximidade e $\bar{x}$ média dos valores de x .

O I de Moran fornece três informações: se existe autocorrelação espacial (significância estatística), se essa dependência é positiva ou negativa e sua dimensão (distância do valor nulo). O intervalo de variação do I de Moran é entre -1 e 1, enfatizando que um valor positivo de autocorrelação espacial está ligado ao significado de similaridade, não exatamente um resultado positivo, mas que as regiões estão rodeadas por vizinhos com resultados similares. E valores negativos de autocorrelação espacial estão ligados ao significado de dissimilaridade, indicando que a região está rodeada por vizinhos com resultados opostos.

O I de Moran é um indicador global que avalia a autocorrelação espacial, contudo, muitas vezes é necessário analisar padrões locais e, para estudá-los, os índices globais não são eficazes, havendo a necessidade de se fazer investigações através dos indicadores locais. Anselin (1995) define-os como Indicadores Locais de Associação Espacial ou Local Indicators of Spatial Association (LISA), os quais buscam analisar unidade espacial por unidade espacial, a dependência espacial com as unidades próximas. Logo, é obtido um resultado específico para cada área, o que permite a identificação de espaços que possuem dependência espacial muito diferente das outras, evidenciando assim a existência de *clusters*. A fórmula para o cálculo do LISA é:

$$I_i = \frac{x_i \sum_j^n w_{ij} x_j}{\sum_j^n x_j^2} \quad (3)$$

Onde n é o tamanho da amostra, x_i é o valor da variável x na região i , x_j é o valor da variável x na região j , w_{ij} elemento da linha i e coluna j da matriz de proximidade e I_i é o I de Moran local na região i .

Didaticamente, os resultados do I de Moran Local são apresentados num Mapa de *Cluster* LISA, o qual combina a informação do diagrama de dispersão de Moran e a informação do mapa de significância das medidas de associação local I_i . O mapa ilustra a classificação em quatro categorias de correlação espacial: alto-alto (AA), indicando que regiões com altos valores da variável de interesse (x) estão rodeadas também por regiões com altos valores; alto-baixo (AB), caracterizando região com alto valor de x cercada por regiões com baixo valor; baixo-baixo (BB), correspondendo a região com baixo valor da variável de interesse cercada por vizinhos com similar característica; baixo-alto (BA), tendo região com

baixo valor de x cujos vizinhos apresentam valores elevados para a variável de interesse, e; os não significativos.

Além da análise univariada da dependência espacial, também é possível analisar a correlação espacial bivariada. Ou seja, observar se os valores de uma variável em uma região estão correlacionados com outra variável das regiões vizinhas (ALMEIDA, 2012). A fórmula para o I de Moran Bivariado para duas variáveis diferentes e padronizadas é:

$$I^{z1 z2} = \frac{n}{S_0} \frac{z1' W z2}{z1' z1} \quad (4)$$

Se a matriz W for normalizada:

$$I^{z1 z2} = \frac{z1' W z2}{z1' z1} \quad (4')$$

Onde: o numerador se refere a uma medida de covariância do tipo produto cruzado, e o denominador diz respeito ao reescalonamento, usando a variância dos dados

A interpretação do I de Moran bivariado é representada pelas quatro categorias de correlação espacial: alto-alto/baixo-baixo (AA/BB), em que, regiões com valores altos/baixos da variável de interesse, estão circundados por valores também altos/baixos da outra variável de interesse. No agrupamento baixo-alto/alto-baixo (BA/AB), as regiões com valores baixos/altos da variável de interesse estão circundadas por valores altos/baixos da outra variável de interesse.

Nessa dissertação, calculou-se o I de Moran Local para a mortalidade infantil por mil nascidos vivos em 2000, em 2015 e para a taxa de crescimento da mortalidade infantil por mil nascidos vivos entre 2000 e 2015. Além disso, também se fez o Mapa de Clusters LISA para a mortalidade infantil. No caso do I de Moran Bivariado, foi calculado para as variáveis: mortalidade infantil por mil nascidos vivos em 2000 *versus* a taxa de crescimento da mortalidade subsequente (2000 para 2015). O objetivo foi verificar se existe um padrão de distribuição espacial entre essas variáveis, tendo como hipótese que, aqueles municípios com baixa mortalidade infantil por mil nascidos vivos no ano inicial tiveram taxas de mortalidade baixa no seu envoltório no período seguinte, tendendo a indicar efeitos de externalidades.

Para a principal variável de interesse (ODM4), como ela se constituiu de uma variável binária (atingiu ou não atingiu o objetivo do milênio – 0,1) não é aconselhado aplicar

o *I* de Moran, pois torna-se viesado o resultado, sendo não eficiente para a estimativa binária. Assim, para variáveis binárias, tem uma estatística própria: Join Count. O teste Join Count trabalha com o nível de significância, uma região só é significativa se na vizinhança também houver significância. Anselin e Li (2019) derivam o teste Join Count Local estimado para medir a autocorrelação espacial para as variáveis binárias:

$$BB_i = x_i \sum_j w_{ij} x_j \quad (5)$$

Onde, w_{ij} é a matriz de pesos binária, x_i é a variável x para a região i e x_j é a variável x para a região j .

Sua análise é semelhante ao *I* de Moran Local (LISA), porém ao contrário de um mapa de clusters, os resultados são mapas de nível de significância. Sendo assim, através do Software Geoda foi possível calcular o teste Join Count Local, incrementando a análise deste trabalho com o teste para variáveis binárias (ODM4 e ODM4BR).

3.2 Dados e suas fontes

O 4º Objetivo de Desenvolvimento do Milênio proposto em 2000 consistiu em reduzir a mortalidade infantil de cada país em dois terços até o ano de 2015. No caso do Brasil, a meta era passar de uma mortalidade infantil de 29 óbitos por mil nascidos vivos em 2000 para 15,7 óbitos em 2015.

Portanto, inicialmente coletou-se as informações acerca de mortalidade infantil por mil nascidos vivos de cada município no ano de 2015 (com dados retirados do DATASUS Tabnet³), analisando os municípios que conseguiram a meta de mortalidade que o país como um todo deveria ter auferido (ou seja, 15,7 óbitos por 1000 nascidos vivos). Assim, construiu-se uma variável binária, em que deu-se “um” para os municípios que atingiram a meta brasileira da ODM4 em 2015 e “zero” para os que não auferiram, chamando-a de ODM4BR.

Posteriormente, coletou-se as informações acerca de mortalidade infantil por mil nascidos vivos de cada município no ano de 2000 e projetou a sua própria meta frente ao objetivo do milênio (ou seja, reduziu-se em 2/3 a mortalidade a ser aferida), comparando se o município conseguiu atingi-la em 2015. Em caso afirmativo, o município recebeu “um”, e se

³ Número de óbitos infantis até 5 (cinco) anos de idade por causas evitáveis, por residência.

não atingiu a sua própria meta, recebeu “zero”. Essa variável foi denominada de ODM4 individual ou local.

Na busca de se identificar os fatores que elevaram as chances de se atingir o ODM4 (seja o ODM4 local ou o ODM4BR), algumas variáveis explicativas foram determinadas, considerando a literatura da área (apresentadas no capítulo anterior), conforme mostra o quadro 2. Entretanto, importante ressaltar que algumas variáveis enunciadas pela literatura como relevantes nessa determinação não estavam disponíveis a nível de municípios brasileiros, e, infelizmente, não puderam ser incluídas nas estimações econométricas, as quais serão apresentadas na sequência.

As variáveis explicativas coletadas do censo tiveram como ano 2010, dado que este foi o último ano realizado, existindo um *gap* temporal.

Quadro 2 - Variáveis Explicativas do modelo (8), sinal esperado e fonte dos dados

Variáveis Explicativas	Sigla	Sinal esperado	Fonte	Ano
Taxa de Fecundidade Total	FEC2010	-	Atlas	2010
Taxa de mulheres analfabetas	ANALF2010	-	CENSO-IBGE	2010
Índice de Gini	GINI2010	-	CENSO-IBGE	2010
Renda per capita domiciliar	REN2010	+	CENSO-IBGE	2010
Percentual da população com renda per capita inferior a 1/2 salário mínimo	POB2010	-	CENSO-IBGE	2010
Visitas domiciliares por enfermeiros do Programa saúde da família (PSF) por mil habitantes	ENF2015	+	DATASUS	2015
Visitas domiciliares dos médicos do PSF por mil habitantes	MED2015	+	DATASUS	2015
Pessoas cadastradas no PSF por mil habitantes	PSF2015	+	DATASUS	2015
Percentual de cobertura de Vacinação Infantil	VAC2015	+	DATASUS	2015

Fonte: autora.

Espera-se que a taxa de fecundidade tenha um sinal negativo na determinação da probabilidade de atingir o ODM4 nos municípios brasileiros, pois, segundo Silva (2016), uma alta taxa de fecundidade gera menores cuidados com os infantes tendendo a elevar a mortalidade infantil. Assim, quanto mais filhos as mulheres do município *i* tiverem, menor tende a ser a probabilidade do município alcançar a meta do milênio.

Duarte (1992), Christiaensen e Alderman (2004) e Ssewanyana e Younger (2008), inferem a renda familiar como um importante elemento para combater o número de óbitos infantis, por ter melhor acesso à saúde, uma melhor alimentação, etc. Por isso, o sinal esperado é positivo.

Entretanto, alguns autores da área (como Silva, 2016) também afirmam que percentual de pobres existente no município pode afetar a mortalidade infantil, exatamente

por não se ter condições monetárias mínimas para acessar os serviços de saúde privada, boa alimentação, etc. A educação da mulher é outro fator presente nas argumentações acerca dos determinantes da mortalidade infantil (SILVA, 2016), justificado pela alta correlação existente entre educação e renda, e também pelo conhecimento materno importante para praticas minimizadores dos óbitos infantis.

A questão é que existe uma alta correlação (conforme apêndice A) entre renda per capita, percentual de pobreza e taxa de mulheres analfabetas. Por isso, na estimativa (8) utilizou-se apenas uma dessas três variáveis, entendendo que tal variável capta a condição de renda, de pobreza, e também o conhecimento da mulher, num processo cumulativo e circular, podendo ser um diferencial no que se refere aos cuidados com o infante, especialmente nos primeiros dias de vida⁴.

Para as variáveis: número de pessoas cadastradas no PSF por mil habitantes e visitas domiciliares de enfermeiros e médicos por mil habitantes, são esperado um sinal positivo, pois de acordo com Lima *et al* (2017), Almeida *et al* (2011), Silva (2016) e Victoria (2001), gastos com saúde, treinamento de equipes medicas e rapidez na identificação de uma gestação de risco são fatores contribuintes para reduzir a mortalidade infantil e aumentar a probabilidade do município alcançar a meta do milênio; no entanto, para a estimação de (8) foi considerado apenas a variável visitas domiciliares de médicos devido a correlação com a variável visitas domiciliares por enfermeiros. A cobertura de vacinas também é analisada nos trabalhos acima e espera-se um sinal positivo para a mesma.

Primeiramente, se estimou (8) para o Brasil (considerando todos os seus municípios) e, em seguida, estimou-se (8) para cada região do Brasil. Tal procedimento é justificado pela heterogeneidade apresentada em cada região do país no que se refere aos índices de mortalidade infantil. Com efeito, conforme se verificará no próximo capítulo, a grande maioria dos municípios que atingiu o ODM4 estavam localizados próximos entre si, situados especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Assim, ao estimar uma regressão geral, considerando todos os municípios, pode-se perder particularidades de cada região, as quais podem ser importantes na determinação da probabilidade de se atingir o objetivo 4 do Milênio.

⁴ No Apêndice B e C estão as estimativas completas, sem a retirada das variáveis dada a multicolinearidade.

3.3 Estratégias Empírica: Modelo Probit Espacial

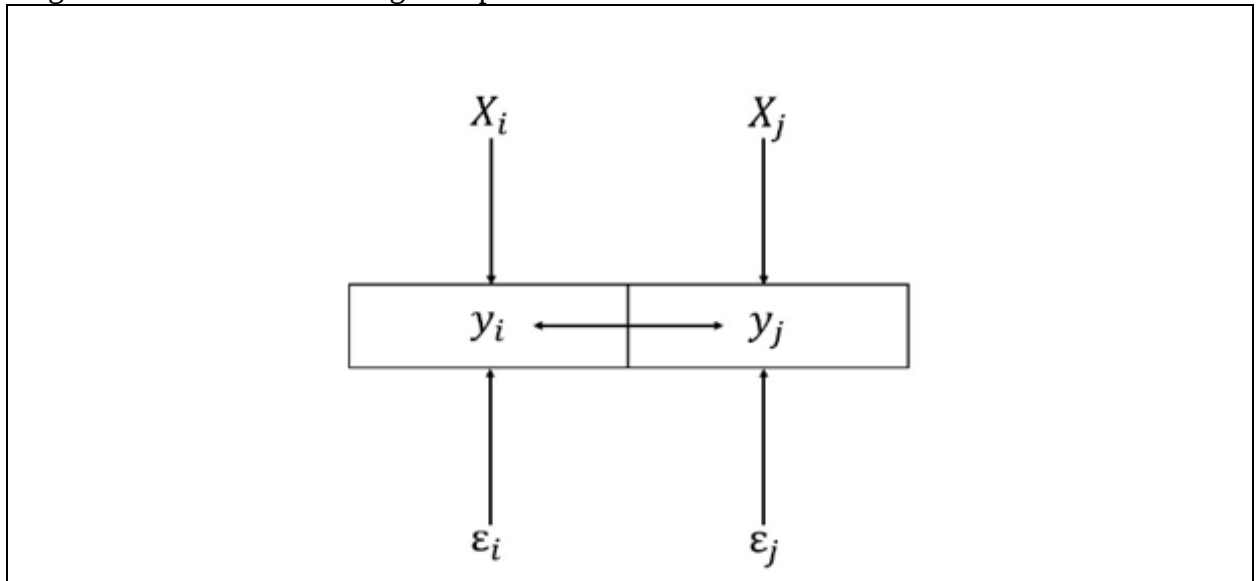
Após a realização dos testes de autocorrelação espacial nos resíduos (Apêndice D), constatou-se a existência de dependência espacial, e, portanto, os modelos clássicos de regressão linear não devem ser levados em consideração, pois as estimativas tendem a se enviesadas e inconsistentes, sugerindo o uso da econometria espacial.

Devido à ineficiência dos modelos de regressão linear (MQO), nessa sessão é apresentado o modelo de regressão espacial empregado nesse estudo: o modelo Spatial Auto Regressive (SAR). A escolha desse modelo se deu por limitação computacional (probit espacial tem disponível apenas os modelos SAR e SEM no software R), e, principalmente, por motivação teórica, entendendo que quando um município melhora a sua saúde pública ele pode induzir o seu envoltório a melhor também, resultado das externalidades existentes, como, por exemplo, políticas regionais de saúde comuns, etc. O modelo SAR, segundo LeSage e Pace (2009) é a combinação de um modelo de regressão tradicional com uma estrutura espacial autorregressiva, em que, a interação espacial ocorre entre as variáveis dependentes (Figura 1). A especificação matemática para o modelo SAR é:

$$\begin{aligned}
 y &= \rho W y + \alpha i_n + X\beta + \varepsilon \\
 y &= (I_n - \rho W)^{-1}(\alpha i_n + X\beta) + (I_n - \rho W)^{-1} \varepsilon \\
 \varepsilon &\sim N(0, \sigma^2 I_n)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

Onde: y é a variável dependente; X : variável explicativa; I_n : vetor $n \times 1$ com todos os valores unitários; W : matriz de proximidade espacial; α e β : coeficientes de regressão e ρ : coeficiente autorregressivo espacial.

Figura 1- Processo de defasagem espacial



Fonte: Almeida (2012, p.153).

Almeida (2012) estabelece que o coeficiente autorregressivo espacial (ρ) é o elemento que traz a dependência espacial para o modelo. Um valor positivo indica autocorrelação espacial positiva, ou seja, valores altos ou baixos em determinado local da variável dependente estão relacionados, respectivamente, a existência de valores altos ou baixos em locais próximos. Já valores negativos indicam a relação inversa. A hipótese nula desse modelo é que ρ é igual a zero, logo, se ele não for estatisticamente significativo, considera-se que não existe a dependência espacial.

LeSage e Pace (2009) explica, que em um modelo tipo SAR, a variação de uma variável explicativa não afetará apenas a região da variável dependente (efeito direto), mas afetará também, pelo efeito indireto, a variável dependente de outras regiões. Os efeitos indiretos são o que é chamado de transbordamento espacial. Para a estimação Probit, os efeitos totais e diretos são calculados assim:

$$\frac{\partial E[y|x_r]}{\partial x_r} = \varphi(S^{-1}I_n \bar{x}_r \beta_r) \times S^{-1}I_n \beta_r \quad (7)$$

Do lado esquerdo são o valor do efeito total e no lado direito os efeitos diretos.

Do modelo SAR, deriva-se o modelo Probit Espacial, que é a instrumentação utilizada neste estudo. Almeida (2012) infere que o Probit espacial, o qual é uma extensão do Probit convencional, incorpora a dependência espacial no modelo de variável latente. No modelo espacial, se leva em consideração o espaço geográfico da probabilidade do evento

ocorrer. Esse tipo de modelo trabalha com uma variável dependente binária: se a variável latente superar um determinado nível crítico c , o valor observado é “um”, caso não ultrapasse o nível crítico determinado, o valor observado é zero:

$$y = \begin{cases} 1, & y^* \leq ODM4 \\ 0, & y^* > ODM4 \end{cases}$$

$$y^* = \rho W y^* + X\beta + \varepsilon \quad \varepsilon \sim (0, \sigma_\varepsilon^2 I_n) \quad (8)$$

Em que: ε é o termo de erro aleatório com media zero e variância constante.

Cabe destacar a existências de diferenças estratégias empíricas para se estimar esse tipo de modelo. Fuentes (2016) cita a estimação por máxima verossimilhança, mínimos quadrados ponderados e estimadores obtidos por meio do método generalizado dos momentos. Entretanto o autor cita como importante forma de estimação o método Bayesiano, por ter maior facilidade computacional, despendendo menos tempo. Por isso, essa foi a metodologia aplicado em (8).

Neste sentido, a variável de interesse desse estudo assume dois valores: “um” se atingiu o ODM4 e “zero” caso contrário. Cabe ressaltar que foi considerado como variável dependente a ODM4BR e a ODM4 local. Assim, a variável dependente a ser investigada tem um intervalo limitado e, por consequência, não pode ser tratada com modelos clássicos de regressão linear (MCRL), visando se ter estimados eficientes. Além disso, quando se busca identificar a probabilidade de um fenômeno ocorrer condicionado a X (variável explicativa), o uso de MCRL não garante que as probabilidades estimadas se situem entre zero e um.

Para a modelagem Probit Espacial requer uma matriz de ponderação, nesse caso, a análise esta baseada na matriz de distância geográfica de k vizinhos mais próximos. A decisão do número de vizinhos derivou de um processo de estimação de modo, selecionando o k vizinhos que originou o coeficiente de autocorrelação espacial com maior significância estatística, conforme metodologia aplicada por Fuentes (2016), correspondendo a 10 vizinhos. Por fim, após estimar (8), testou novamente a autocorrelação espacial entre os resíduos de todos os modelos e eliminou-se o efeito espacial que existia *a priori* (APÊNDICE E).

4 ODM4 E SEUS DETERMINANTES: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA OS MUNICÍPIOS DO BRASIL

A minimização da mortalidade infantil está entre os objetivos de praticamente todos os países. Sua retração indiretamente sinaliza melhorias na condição de vida da população, ultrapassando o enfoque puramente do bem-estar infantil. Ora, se as políticas públicas de saúde são aplicadas num espaço, não necessariamente elas ficam restritas às crianças; se a renda da região se eleva e isso induz a uma melhor alimentação, por exemplo, isso também pode atingir à população como um todo e não apenas afetar exclusivamente às crianças. É claro que o índice de mortalidade infantil irá retratar uma intensificação do bem-estar infantil, mas ele vai além, representando, em tese, uma melhora na condição de vida de toda a população.

Por isso que acompanhar a mortalidade infantil e identificar se cada região está alcançando metas internacionais, é importante, sinalizando o grau de desenvolvimento humano que se tem.

No caso dos municípios brasileiros (Tabela 1) observa-se uma importante evolução, com uma redução da mortalidade infantil média de 38%, saindo de 39,98 em 2000 para 15,05 óbitos infantis por mil nascidos vivos em 2015. Ao mesmo tempo, a expansão do coeficiente de variação indica uma heterogeneidade maior dos dados, resultado que, acompanhado pela diminuição da média da mortalidade infantil, sinaliza que se está diminuindo os óbitos infantis no decorrer do tempo, contudo, não está sendo homogêneo esse processo. Com efeito, pelos valores máximo e mínimo da Tabela 1 pode-se ratificar tal inferência, de modo que a amplitude observada se elevou no decorrer dos anos. Assim, está se diminuindo a mortalidade infantil média do Brasil, entretanto, existem desigualdades nessa distribuição, tendo, ainda, municípios que estão bem aquém desse resultado.

O município que deteve o maior índice de mortalidade infantil por mil habitante em 2015, era Sérió no Rio Grande do Sul (região Sul) e aproximadamente 1260 municípios do Brasil como um todo alcançaram o valor mínimo como Mirassolândia (SP) e Xaxim (SC). Em 2000, o maior índice foi obtido por Jucati, no estado de Pernambuco (região Nordeste), e o menor em Campestre da Serra, no Rio Grande do Sul (região Sul).

Tabela 1 - Estatística Descritiva acerca da mortalidade infantil por mil nascidos vivos – municípios brasileiros – 2000 e 2015

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Mortalidade 2000	39,98	18,23	0,45	106,29	12,99
Mortalidade 2015	15,05	14,39	0,95	187,5	0,00

Fonte: TABNET DATASUS (2019).

Nota: Dados trabalhados pela autora.

Classificando cada município entre aqueles que atingiram o ODM4 do país, igualmente se tem uma evolução importante, em que, em 2000 (Tabela 2), tinha-se apenas 1,19% dos municípios com menos de 15,7 óbitos infantis, passando para 22,88% em 2010 e, em 2015, cinco anos após o último censo, quase 60% (3319 municípios) dos municípios brasileiros alcançaram a meta do 4º Objetivo do Milênio. Analisando o índice de mortalidade infantil por mil habitantes de 2000 de cada município e reduzindo-o em dois terços (meta ODM4 individual ou local de cada município), aproximadamente 50% (2710 municípios) alcançaram o Objetivo do Milênio, em 2015. Por isso, a análise que segue focou nas duas formas de cálculo, nos municípios que atingiram a meta do Milênio do Brasil (doravante ODM4BR), e nas análises municipais individualizadas do ODM4 (também denominados de ODM4 local).

Tabela 2 - Municípios brasileiros que alcançaram o ODM4BR e ODM4 local - Brasil – 2000 e 2015

Variáveis	Percentual de municípios que atingiu o ODM
ODM4 local 2000	-
ODM4 local 2015	48,70%
ODM4BR 2000	1,19%
ODM4BR 2015	59,65%

Fonte: A autora.

Nota: ODM4 significa Objetivo do Milênio de cada município, com a meta de reduzir em dois terços a mortalidade infantil que se tinha no período inicial (2000) de cada município; ODM4Br refere-se ao objetivo do Milênio do Brasil (ou seja, atingir 15,7 óbitos infantis por mil habitantes ou menos)

Apesar de aproximadamente 60% dos municípios terem alcançado a ODM4BR em 2015, cerca de 9% dos municípios tiveram um aumento de mortes infantis quando comparado com o período inicial (2000), citando como exemplo os municípios: Colina do Sul, Córrego de Ouro na região Centro-Oeste, Vale Verde no Rio Grande do Sul, Presidente Wenceslau na Região Sudeste, dentre outros.

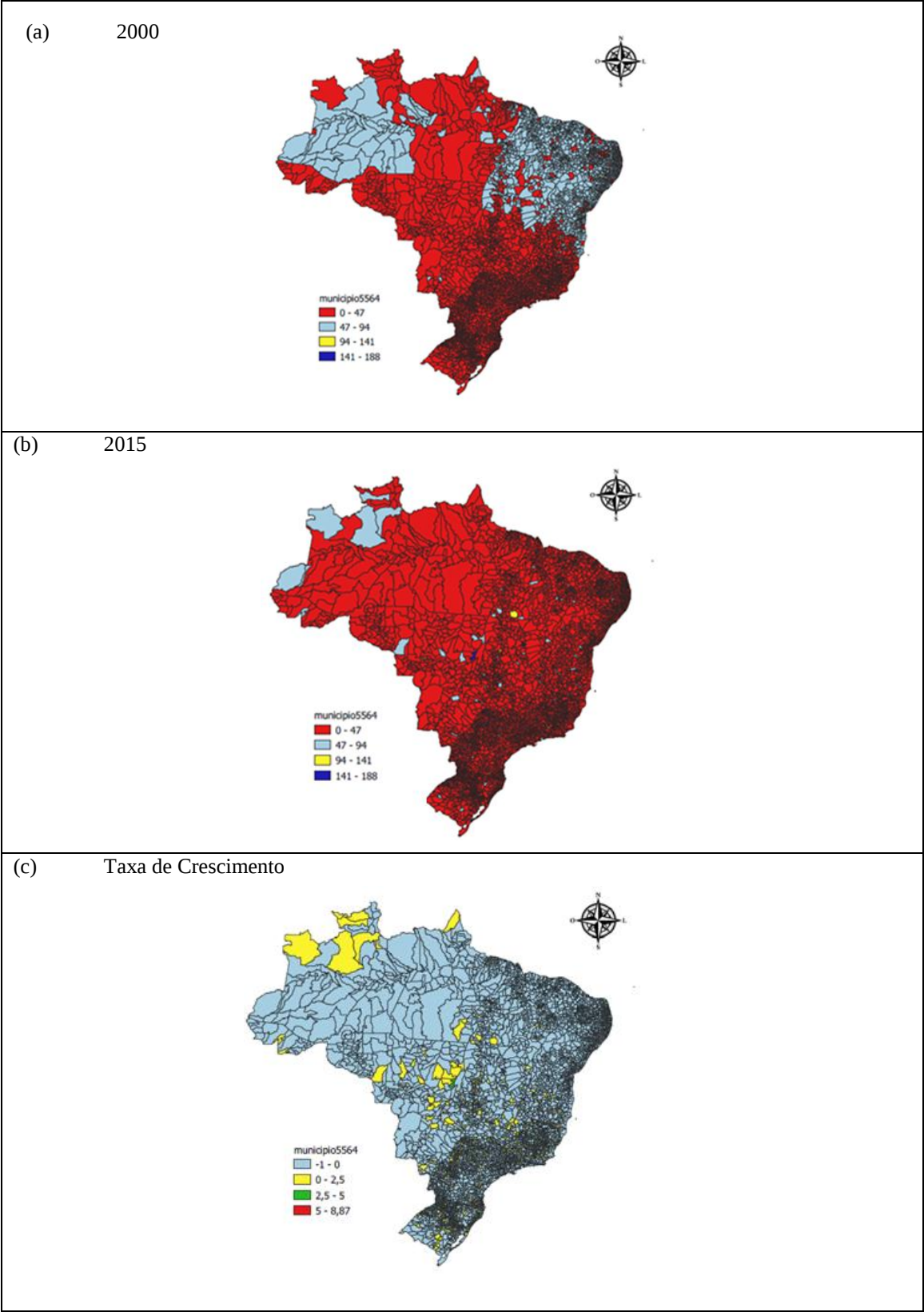
Na figura 2 estão plotados os mapas de mortalidade infantil para os anos de 2000 e 2015 e a taxa de crescimento da mortalidade de 2000 para 2015. Nos mapas (a) e (b) pode-se contemplar uma expansão do primeiro intervalo (cor vermelha) em contraposição da queda do

2º intervalo (cor azul claro), evidenciando uma redução significativa da mortalidade infantil por mil nascidos vivos especialmente nas regiões Norte e Nordeste no Brasil. Entretanto, no ano de 2015 (Figura 2b), o terceiro e quarto intervalo (amarelo e azul escuro, respectivamente), que antes não se destacavam na Figura 2a, passaram a existir. Destarte, apesar da queda evidente do número de óbitos infantis, alguns municípios foram ao contrário do proposto e aumentaram suas taxas de mortalidade infantil por mil nascidos vivos.

Com efeito, na Figura 2c, que apresenta a taxa de crescimento da mortalidade infantil por mil nascidos vivos no país, isso é ratificado. Grande parte dos municípios tiveram taxas negativas do crescimento da mortalidade infantil, entretanto, visualiza-se a localização daqueles municípios que tiveram taxas de crescimento positivas, significando aumento da mortalidade infantil por mil nascidos vivos, os quais estão presentes em todas as regiões do país, como mostra a tabela 3.

O Centro-Oeste, Sul e Sudeste, respectivamente, foram às regiões com maior percentual de municípios com taxas de crescimento positivas entre 2000 a 2015, enquanto que, o Norte e o Nordeste do país tiveram apenas 4% e 1% de seus municípios com incremento na mortalidade infantil. Ou seja, apesar de serem regiões com menor alcance do ODM4 (tabela 6), conseguiram obter os maiores percentuais de municípios que reduziram suas taxas de mortalidade infantil no decorrer do tempo. Esses resultados explicam a elevação do coeficiente de variação apresentado na Tabela 1, indicando que, embora se tenha reduzido significativamente a média da mortalidade infantil por mil nascidos vivos ao longo do país, em alguns casos se intensificou os aspectos negativos, elevando esse indicador.

Figura 2- Mortalidade Infantil por mil nascidos vivos em 2000 (a), em 2015 (b) e taxa de crescimento da mortalidade infantil entre 2000 e 2015 (c) – municípios do Brasil



Fonte: dados retirados no Sistema DATASUS Tabnet e manipulados no Software Qgis.

Tabela 3 - Número de Municípios que elevaram suas taxas de mortalidade infantil entre 2000 e 2015 – Por regiões – Brasil

	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Número de Municípios	449	1793	1188	1668	466
Percentual em relação ao total de municípios	3,79%	0,89%	13,05%	12,83%	13,30%

Fonte: TABNET DATASUS (2019).

Nota: Dados trabalhados pela autora.

Um ponto importante verificado na Figura 2a *versus* 2b refere-se à proximidade dos municípios com as maiores taxas de mortalidade infantil, assim como a proximidade entre os municípios com os menores valores. Com efeito, essa proximidade pode ser comprovada por meio do *I* de Moran, o qual, independente da convenção que se estimou, apresentou-se positivo e estatisticamente significativo (Tabela 4), inferindo acerca da existência uma autocorrelação espacial entre a mortalidade infantil, com um padrão de concentração espacial. Ou seja, municípios com elevados índices de óbitos infantis por mil habitantes tendem a estar rodeados por municípios com similar característica (e vice-versa). Por tanto, é possível afirmar que os municípios que atingiram o ODM4 em 2015 tenderam a estar próximos entre si, existindo também proximidades entre aqueles que não conseguiram atingir tal meta.

Entretanto, ao analisar o valor do *I* de Moran de 2000 *versus* o de 2015 (Tabela 4) verifica-se que este diminui no decorrer dos anos. Isso indica que existe um padrão de distribuição espacial da mortalidade infantil por mil nascidos vivos, entretanto, esse padrão de concentração vem diminuindo a sua intensidade no decorrer dos anos. Isso ratifica a disposição mais homogênea da mortalidade infantil de 2015 (Figura 2b) comparativamente à de 2000 (Figura 2a).

Tabela 4 - Estatística *I* de Moran univariado – Mortalidade Infantil por Mil nascidos vivos – Brasil – 2000 e 2015

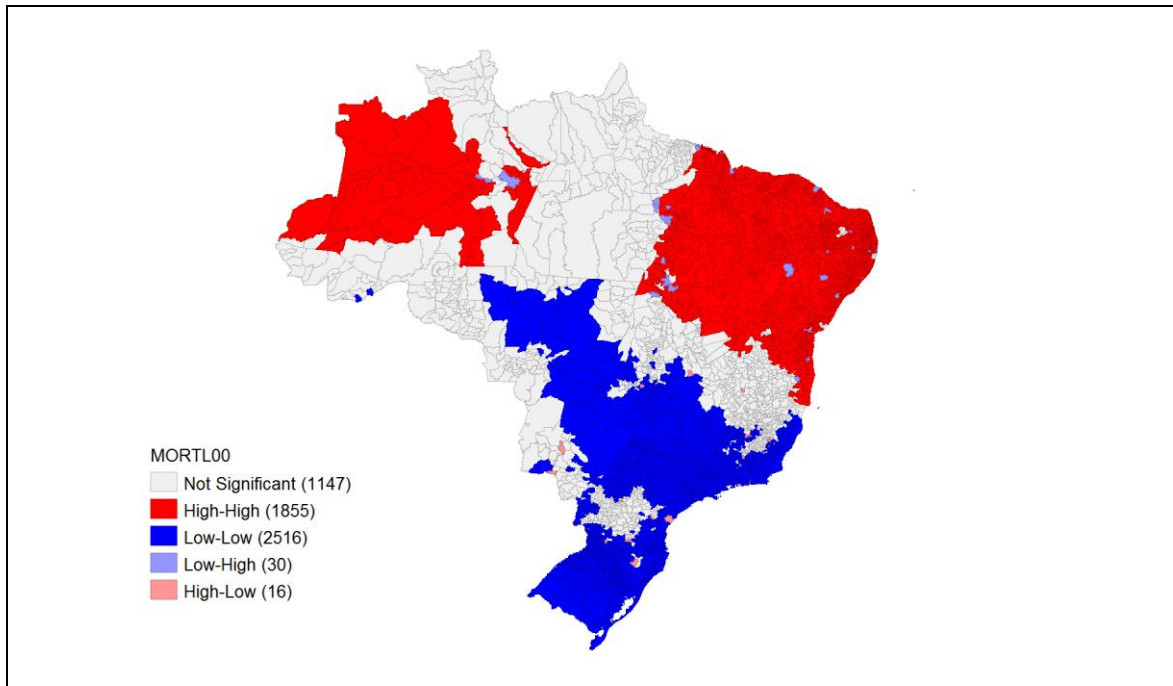
Matriz	2000	2015
Rainha	0,874	0,046
Torre	0,873	0,045
1 vizinho	0,900*	0,035*
4 vizinhos	0,880*	0,039*
7 vizinhos	0,870*	0,042*
10 vizinhos	0,870*	0,043*
15 vizinhos	0,865*	0,037*

Fonte: Geoda Software.

Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

Nas figuras 3 e 4 são apresentados os *clusters* espaciais, ratificando o padrão de distribuição espacial concentrado da mortalidade infantil por mil nascidos vivos ao longo do Brasil no decorrer dos anos. Em 2000, os *clusters* estavam mais concentrados comparando com 2015, com uma interligação maior entre os municípios com alta mortalidade infantil (Alto-Alto), bem como entre os com menor mortalidade (Baixo-Baixo), evidenciando a importância do espaço na distribuição desse indicador, com a formação de grandes conglomerados. No caso do *cluster* Baixo-Baixo, abrangia basicamente o Sul, Sudeste e Centro-Oeste, e o Alto-Alto localizava-se no Norte e Nordeste. Em 2015 praticamente eliminou-se essa distribuição geográfica, existindo ainda uma concentração maior dos *clusters* Alto-Alto no Norte e Nordeste e Baixo-Baixo no Sul/Sudeste/Centro-Oeste, mas tornou-se mais homogêneo essa distribuição entre as regiões brasileiras.

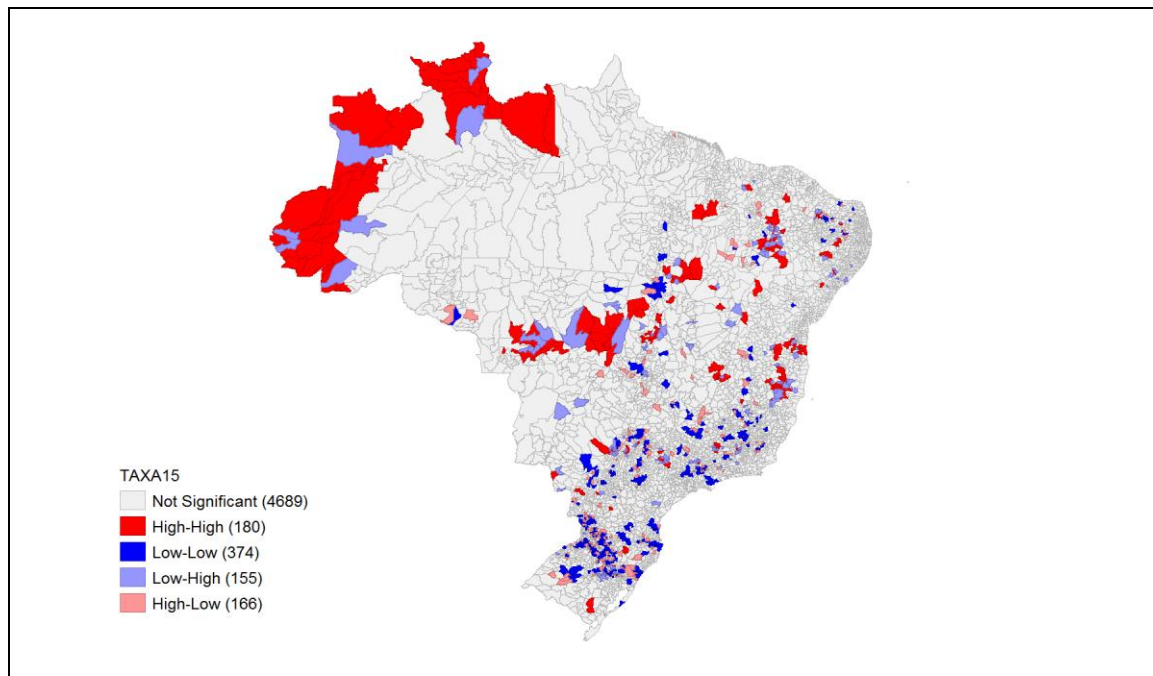
Figura 3 - *I* de Moran Local (LISA): Clusters espaciais - Mortalidade Infantil por Mil Habitantes – Brasil – 2000



Fonte: Geoda Software.

Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

Figura 4 - *I* de Moran Local (LISA): Clusters espaciais - Mortalidade Infantil por Mil Habitantes – Brasil - 2015



Fonte: Geoda Software.

Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

Relacionando espacialmente a mortalidade infantil de 2000 com a taxa de crescimento da mortalidade entre 2000 e 2015 (Figura 2a e 2c) observa (Tabela 5) que

aqueles municípios que tinham altas taxas de mortalidade infantil em 2000 tenderam a ter no seu envoltório municípios com taxas menores de crescimento da mortalidade infantil entre 2000 e 2015 (*I* de Moran Bivariado apresentou-se negativo e estatisticamente significativo).

Ou seja, os municípios que mais reduziram seus óbitos infantis no decorrer do tempo eram municípios que tinham vizinhos com alto índice de mortalidade infantil inicial, característica das regiões Norte e Nordeste. Destarte, como em 2000 os municípios com elevada mortalidade estavam próximos, formando dois grandes conglomerados Alto-Alto (Figura 3), essa tendência de retração maior dos mais elevados índices de mortalidade observados em 2000 potencialmente beneficiou esses dois *clusters*, justificando o rompimento dos conglomerados Alto-Alto em 2015.

Da mesma forma, aqueles que tenderam a ter as maiores taxas de crescimento dos óbitos infantis (ou que tiveram menores decréscimos desses óbitos) eram áreas que inicialmente tinham na vizinhança menor mortalidade infantil inicial, característica especialmente do Sul/Sudeste/Centro-Oeste. Portanto, ratifica as inferências anteriores quanto ao fenômeno espacial existente na evolução da mortalidade infantil por mil nascidos vivos ao longo do Brasil, com uma melhora expressiva para as regiões que inicialmente tinham alta mortalidade infantil por mil nascidos vivos.

Tabela 5- Estatística *I* de Moran Bivariado – Mortalidade Infantil por Mil Habitantes de 2000 versus taxa de crescimento da mortalidade infantil entre 2000 e 2015 – Brasil - 2015

Matriz	Coeficiente <i>I</i> de Moran
Rainha	-0,223
Torre	-0,223
1 vizinho	-0,219*
4 vizinhos	-0,229*
7 vizinhos	-0,225*
10 vizinhos	-0,218*
15 vizinhos	-0,218*

Fonte: Geoda Software.

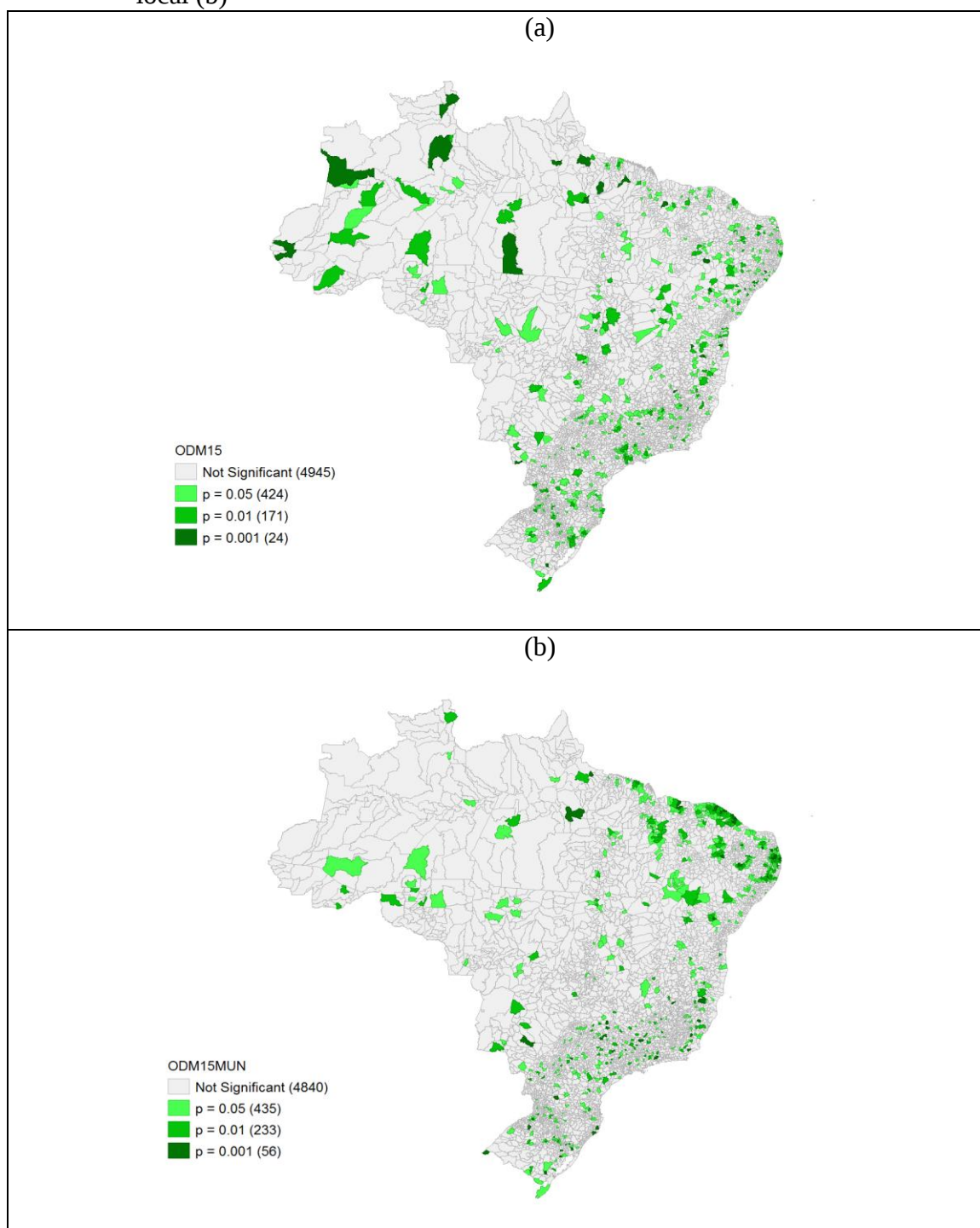
Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

Como a variável ODM4 é uma variável binária, calcular diretamente o *I* de Moran não é apropriado, por isso, foi calculado o teste Join Count Local, trazendo um mapa de significância, de modo que, os pontos em verde são os pontos significativos, com resultados semelhantes aos *clusters* da figura 3 e 4, demonstrando que existe uma relação

estatisticamente significativa entre o município *i* e seus municípios vizinhos no que se refere ao atendimento ao ODM4. Na figura 5 estão os resultados estimados para as duas variáveis binárias que medem o alcance do quarto objetivo do milênio, ODM4BR e ODM4 local, em que, para ambas se tinha municípios com o coeficiente local estatisticamente significativo, apresentando padrão espacial na distribuição dos municípios que atingiram o ODM4 ao longo do país.

Na Tabela 6 tem-se a evolução de cada região no que se refere ao ODM4BR. Tanto no início da década de 2000 quanto em 2015, às regiões Sul e Sudeste lideravam o *ranking* de menores taxas de mortalidade, com um percentual maior de municípios atingindo a meta do milênio. Em 2000, Norte, Nordeste e Centro-Oeste não possuíam nenhum município com menos de 15,7 óbitos infantis por mil nascidos vivos, e no ano de 2015 prosperaram.

Figura 5 – Mapa de significância Join Count Local para o ODM4BR 2015 (a) para o ODM4 local (b)



Fonte: Geoda Software.

Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

A região Sul teve uma grande alavancagem, passando de 53 municípios dentro do ODM4BR em 2000 para 832 municípios no ano de 2015, mantendo-se como a região com os melhores resultados. Ou seja, 70% de seus municípios conseguiram reduzir a mortalidade infantil a menos de 15,7 em 2015.

O Sudeste seguiu em 2º lugar, com 66% de seus municípios dentro do ODM4BR em 2015, subindo de 13 para 1100 municípios (2000 e 2015, respectivamente). O Centro-Oeste apresentou 55% dos seus municípios atendendo o ODM4BR, ficando um pouco abaixo das regiões Sul e Sudeste.

As regiões Norte e Nordeste obtiveram números expressivos, evidenciando uma melhoria importante durante os anos de 2000 a 2015: de 449 municípios na região Norte, 203 municípios conseguiram reduzir sua mortalidade infantil para a meta do milênio; na região Nordeste, de 1793 municípios, 926 deles alcançaram o 4º ODM de 15,7 óbitos infantis por 1000 nascidos vivos em 2015.

Apesar da melhora significativa de todas as regiões, Sul e Sudeste se destacaram em relação às demais regiões, demonstrando que existe disparidade ao longo do país, a qual precisa ser considerada ao estimar os parâmetros determinantes para o alcance do ODM4BR entre os municípios, e, por isso, estimativas individualizadas serão efetuadas para cada região.

Tabela 6 - Número de municípios brasileiros que alcançaram a ODM4BR, por região – 2000 e 2015

Região	N. de municípios que atingiu ODM		Variação (a-b) 2000-2015	% de mun. que atingiu ODM	
	2000 (a)	2015 (b)		2000	2015
Sul	53	832	779	4,46%	70,03%
Sudeste	13	1100	1087	0,78%	65,95%
Norte	0	203	203	0%	45,21%
Nordeste	0	926	926	0%	51,65%
Centro-Oeste	0	258	258	0%	55,36%

Fonte: A autora.

Tabela 7 - Número de municípios brasileiros que alcançaram a ODM4BR local, por região – 2000 e 2015

Região	N. de municípios que atingiu ODM		Variação (a-b) 2000-2015	% de mun. que atingiu ODM	
	2000 (a)	2015 (b)		2000	2015
Sul	53	553	500	4,46%	46,55%
Sudeste	13	594	581	0,78%	35,61%
Norte	0	186	186	0%	41,42%
Nordeste	0	1210	1210	0%	67,48%
Centro-Oeste	0	167	167	0%	35,84%

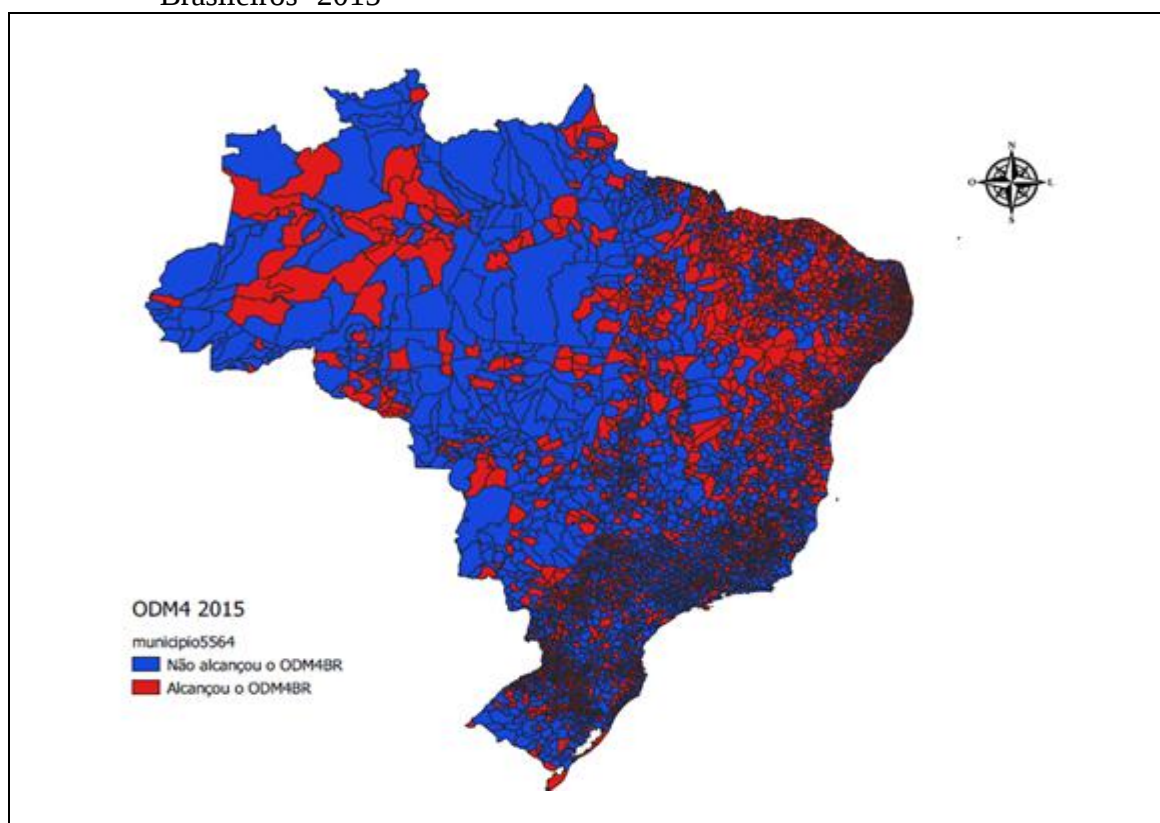
Fonte: A autora.

No caso da diminuição de dois terços da mortalidade infantil de 2000 de cada município em 2015, a tabela 7 traz um resultado não esperado, em que, na região nordeste aproximadamente 70% dos seus municípios foram capazes de reduzir sua mortalidade em dois terços de acordo com o 4º ODM local, enquanto a Região Sul - que na tabela 6 é a região com mais municípios dentro da meta do ODM4 (15,7 óbitos) - tornou-se a 2ª região com mais município, com 47%. Em seguida, a região Nordeste com 41% , e em última posição, a região

Sudeste com 36%. Através desses dados é possível verificar que as Regiões Norte e Nordeste apesar de serem as regiões que menos alcançaram o 4º ODMBR, foram às regiões que mais se comprometeram a reduzir a mortalidade infantil em dois terços.

Na Figura 6 é apresentado os municípios que conseguiram reduzir em dois terços sua mortalidade infantil (ODM4 local), existindo uma concentração dos melhores resultados em alguns espaços, com uma proximidade entre eles, ratificando os resultados do teste Join Count Local (Figura 5).

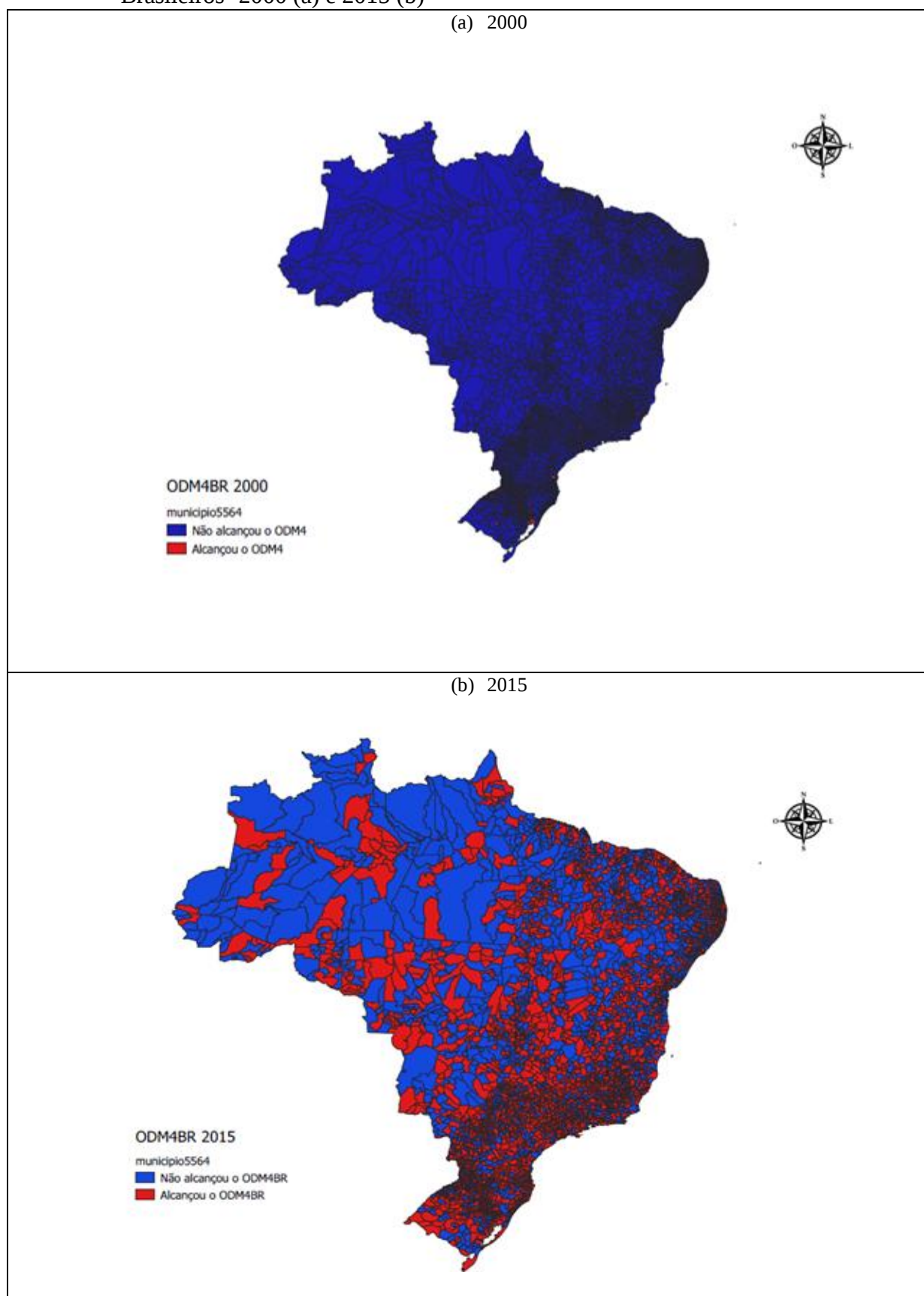
Figura 6 - Municípios que atingiram e que não alcançaram o ODM4 local - Municípios Brasileiros -2015



Fonte: dados retirados no Sistema DATASUS Tabnet e manipulados no Software Qgis.

Igualmente, na Figura 7a tem-se os municípios que alcançaram o ODM4BR no ano 2000, de modo que, menos de 2% dos municípios conseguiram atingir a meta 15,7 óbitos por 1000 nascidos vivos, estando exclusivamente no Sul e Sudeste, com pontos isolados no espaço. Em 2015 (Figura7b) tem-se um grande avanço, com uma distribuição espacial importante dos municípios que auferiram o ODM4, atingindo todas as regiões, e apresentando certa ligação entre esses municípios.

Figura 7 - Municípios que atingiram e que não alcançaram o ODM4BR - Municípios Brasileiros -2000 (a) e 2015 (b)



Fonte: dados retirados no Sistema DATASUS Tabnet e manipulados no Software Qgis.

Enfim, tanto a análise inicial do ODM4BR como também o do ODM4 local de cada município, evidenciam a evolução positiva que se teve no decorrer dos anos ao longo do país, revelando, ao mesmo tempo, espaços que precisam ser trabalhados para que nestes também se consiga uma melhora em termos de bem-estar infantil. Por isso, se torna necessário identificar os fatores que elevaram as chances de um município brasileiro atingir o ODM (seja o ODM4BR como o ODM4 local), com vistas a efetivar políticas públicas mais efetivas, o que será desenvolvido na sequência.

4.1 ODM4BR dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes: Probit Espacial

Embora os municípios brasileiros tenham melhorado no que se refere ao ODM4BR ao longo do tempo, ainda existem áreas que estão à margem, tendo também uma heterogeneidade espacial no que se refere à distribuição dos melhores resultados em termos de ODM4BR. Por isso, é importante identificar fatores que elevam a chance de um município brasileiro atingir essa meta do Milênio.

Para isso, estimou-se o Probit Espacial (Tabela 8). Esse modelo trabalha com uma variável dependente binária, com valores iguais a 0 e 1. O modelo aqui empregado, trabalha com a probabilidade do evento ocorrer. Nesse estudo, utilizou-se o valor igual a 0 para municípios com a taxa de mortalidade infantil maior que 15,7 e 1 para os que conseguiram valores inferiores a esse parâmetro. Os resultados estimados trazem a probabilidade do evento (alcance do ODM4 – 15,7 óbitos por 1000 nascidos vivos) dada as variáveis explicativas estipuladas no modelo. Ademais, está se utilizando o Probit Espacial tendo em vista as análises anteriores que demonstraram existir um padrão de distribuição entre os municípios com maiores (e entre os com menores) taxas de mortalidade infantil, assim como observou uma concentração dos melhores/piiores resultados em termos de alcance do ODM4BR em alguns espaços do Brasil. Portanto, provavelmente, efeitos de externalidade espacial podem existir na análise dos fatores que elevam as chances de um município auferir o ODM4BR.

Isto posto, na tabela 8 tem-se as estimações para todos os municípios do Brasil, apresentando o modelo Probit clássico e o SAR Probit, ressaltando que o primeiro não leva em consideração o espaço e o segundo sim, de modo que, o efeito espacial está na variável dependente defasada. E o coeficiente ρ é responsável por captar esse efeito espacial, o qual se apresentou positivo e estatisticamente significativo, ratificando efeitos de transbordamento espacial do alcance/ou não do ODM4BR.

Tabela 8 - Estimativa do Modelo Probit para ODM4BR – Todos os municípios do Brasil

	Beta	(p-valor)	
Intercepto	1.0410	0.0000	***
FEC2010	-15.3600	0.0000	***
MED15	0.0002	0.4230	
GINI2010	-0.6463	0.0100	*
VAC15	0.0001	0.4350	
PSF15	0.00001	0.0460	*
ANALF2010	-1.5990	0.0000	***
Efeito Espacial (ρ)	0.2435	0.0000	***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. FEC2010 refere-se a fecundidade inicial; MED15 é a quantidade de visitas domiciliares realizadas pelo profissional médico por 1000 habitantes; GINI2010 refere-se ao Índice de Gini inicial; VAC15 é a cobertura vacinal do ano final; PSF15 refere-se a quantidade de pessoas cadastradas no Programa Saúde da Família por 1000 habitantes no ano final; ANALF2010 é a taxa de analfabetismo entre as mulheres em 2010 e ρ é o efeito espacial.

Tabela 9 - Efeitos Diretos e Indiretos – ODM4BR – Todos os municípios

	Direto		Indireto		Total	
FEC2010	-7.8820	***	-2.8020	***	-10.4300	***
MED15	-0.0005		-0.0002		-0.0007	
GINI2010	-0.4146	*	-0.1400	*	-0.5492	*
VAC15	-0.0003		-0.0001		-0.0004	
PSF15	0.00001	*	0.00001	*	0.0000	*
ANALF2010	-0.7375	***	-0.2644	***	-0.9659	***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

A variável “fecundidade” veio com o sinal negativo e estatisticamente significativo, indicando que, quanto maior a taxa de fecundidade do município menor tende a ser a probabilidade de se alcançar o ODM4. Ademais, considerando que, em um modelo tipo SAR, a variação de uma variável explicativa tende a não afetar apenas a região da variável dependente (efeito direto), mas também pode atingir, pelo efeito indireto, a variável dependente das áreas vizinhas, então calculou-se o efeito direto e indireto da “fecundidade” na Tabela 9. Como resultado, a fecundidade não apenas impacta, na média, negativamente as chances de um município específico atingir o ODM4BR, como também, por transbordamento, atinge negativamente os municípios do envoltório, retraindo a probabilidade dos mesmos em atingir a meta do milênio aqui analisada.

O Índice de Gini e a taxa de analfabetismo entre as mulheres também obtiveram impactos diretos e indiretos negativos e estatisticamente significativos sobre a probabilidade de se auferir o ODM4BR, apresentando uma relação inversa em relação ao combate do número de óbitos infantis ao longo do país. Além disso, essas variáveis não apenas impactam, na média, no município específico como, também, no seu envoltório. Importante destacar que em trabalhos como Ssewanyana e Younger (2008) e Duarte (1992) também se verificou uma relação negativa entre a desigualdade de renda e a mortalidade infantil. Da mesma forma, em trabalhos como o de Silva (2016) e Christiaensen e Alderman (2004) se teve igualmente uma relação inversa entre o analfabetismo (que está sendo usado como proxy da precariedade na formação do capital humano) e a mortalidade infantil.

O número de pessoas cadastradas no PSF (PSF2015) obteve um resultado estatisticamente significativo e positivo, revelando que, quanto maior é essa cobertura de atendimento do PSF maiores são as chances de se atingir o ODM4BR. E quando um município amplia esse número, não apenas ele tende a elevar essa chance como, também, por externalidades, a sua vizinhança também tende a aumentar a probabilidade de auferir a meta 4 dos objetivos do milênio. A análise dos efeitos do PSF realizada por Guimarães, Alves e Tavares (2009) sobre a mortalidade infantil é fundamentada na lógica de evitabilidade dos óbitos redutíveis pelas ações de atenção primária realizadas pelo programa, que seriam a imunoprevenção; adequado controle da gravidez; adequada atenção ao parto; ações de prevenção, diagnóstico e tratamento precoce e por ações com parcerias com outros setores. Assim, esses seriam alguns dos meios por meio do qual a cobertura do PSF atingiria a probabilidade de se auferir, direta e indiretamente, o ODM4BR.

Por fim, o número de visitas domiciliares de médicos e a cobertura vacinal não foram significativos para o modelo, contudo receberam os sinais esperados, sinais positivos.

4.2 ODM4 local dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes: Probit Espacial

Nesse trabalho, analisou-se dois comportamentos dos municípios brasileiros frente o ODM4: no primeiro investigou-se o cumprimento do ODM4BR, ou seja, analisou se cada município conseguiu atingir menos de 15,7 óbitos infantis por mil nascidos vivos em 2015, e; no segundo, verificou se cada município conseguiu reduzir em dois terços a sua mortalidade infantil, considerando a sua situação em 2000 e sua evolução para 2015. Essa segunda análise é justificada tendo em vista que o valor de 15,7 óbitos infantis por mil nascidos vivos inferido para o Brasil decorreu de se ter uma queda de dois terços da mortalidade para o país como um todo ao longo dos anos. Entretanto, conforme foi verificado nas análises iniciais (figura 2), muitos municípios, no ano inicial, tinham uma mortalidade muito maior que a média brasileira, e, especialmente para estes, reduzir em dois terços também seria importante para o processo de geração de bem-estar e estaria, de certo modo, também cumprindo o ODM4, entretanto, num olhar local, cumprindo o seu próprio ODM4.

Tabela 10 - Estimativa do Modelo Probit para ODM4

	Beta	(p-valor)	
Intercepto	0.9559	0.0000	***
FEC2010	-13.7000	0.0000	***
MED15	0.0011	0.1300	
GINI2010	-0.7091	0.0090	*
VAC15	0.0016	0.0020	**
PSF15	0.00001	0.0020	**
REN2010	-0.0012	0.0000	***
Efeito Espacial (ρ)	0.4356	0.0000	***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

Tabela 11 - Efeitos Diretos e Indiretos

	Direto			Indireto			Total
FEC2010	-7.3840	***		-5.6330	***		-12.9500 ***
MED15	-0.0002			-0.0001			-0.0003
GINI2010	-0.4601	*		-0.3536	*		-0.7955 *
VAC15	0.0002	**		0.0002	**		0.0004 **
PSF15	0.00001	**		0.00001	**		0.00001 **
REN2010	-0.0005	***		-0.0004	***		-0.0009 ***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%

Por isso, fez-se a mesma estimativa econométrica da seção anterior, contudo, agora analisando os fatores que elevam as chances de se cumprir a ODM4 individual, ou seja, de se reduzir em dois terços a mortalidade infantil específica de cada município. Para isso, a variável dependente ODM4 foi calculada para cada município, dando “um” para os que reduziram em 2015 dois terços da mortalidade infantil que tinham em 2000, e “zero” caso contrário.

Na tabela 10, estão os resultados, ressaltando que, apenas com a mudança no cálculo da variável binária dependente, os resultados estimados encontrados também tiveram mudanças significativas.

A variável FEC2010 veio com um valor negativo e estatisticamente significativo, com efeitos diretos e indiretos, de modo que, altas taxas de fecundidade municipais reduzem, na média, a probabilidade de o município alcançar o seu próprio 4º Objetivo do Milênio, impactando também na sua vizinhança.

Nesse modelo, a cobertura vacinal (VAC2015) foi significativa e com o valor esperado, enfatizando que, quanto maior a cobertura vacinal no município maior tende a ser a probabilidade de se reduzir em dois terços a mortalidade infantil. Por transbordamento, seu efeito é sentido também no envoltório. Trabalhos como o de Santos *et al* (2003) e Cavalcante e Silva (2004), identificaram essa importância da cobertura vacinal na redução da mortalidade infantil, sendo um importante mecanismo de prevenção de doenças e, portanto, de redução de mortes infantis.

A desigualdade social, medida pelo Índice de Gini, também obteve um valor significativo e negativo, demonstrando sua relação oposta com a variável dependente em todas as regressões estimadas, com efeito diretos e indiretos. O PSF ratificou sua importância da aferição do ODM4 de cada município, também gerando efeitos de externalidades para a vizinhança.

Nesse modelo, ao invés de ser utilizado a variável: taxa de analfabetismo entre as mulheres, utilizou-se a variável renda *per capita* domiciliar. Permitiu-se realizar essa mudança de variável devido ao alto grau de correlação entre as variáveis explicativas, podendo ser substituído uma por outra. Optou-se por utilizar a variável REN2010 pelo resultado do efeito espacial, resultando no melhor modelo estimado, entretanto, foi a única variável que veio com o sinal contrário ao esperado. Talvez essa relação advenha da ausência de outras condições que independem da renda (como saneamento, conhecimento sobre práticas de saúde, de prevenção, etc), fatores que em ambiente com elevada renda e extremamente desiguais, podem induzir a uma piora no bem-estar infantil, ao não fomentar esses mecanismos inibidores a mortalidade.

De maneira geral, comparando as estimativas da Tabela 8 com a Tabela 10, observa-se que, tanto para se cumprir a ODM4BR como a ODM4 individual, o controle da fecundidade, a ampliação do PSF e a diminuição das desigualdades de renda, se apresentaram como importantes nesse processo. Entretanto, considerando a meta local de se reduzir em dois terços a mortalidade infantil, acrescenta-se à cobertura vacinal como um importante instrumento para se ter uma redução expressiva dos óbitos infantis ao longo do país. Além disso, tem-se um efeito espacial, indicando que, se políticas que afetem essas variáveis forem efetivadas em alguns pontos do espaço, tende-se a ter um transbordamento para o envoltório, melhorando a busca do ODM4 para toda uma região.

4.3 ODM4BR dos Municípios Brasileiros e seus Determinantes para as Regiões do Brasil:

Probit Espacial

Conforme apresentado anteriormente, embora o país tenha avançado no cumprimento do ODM4, existe uma discrepância entre as regiões brasileiras. Na Tabela 6 tem-se essa demonstração, em que, as Regiões Nordeste e Norte possuíam o menor percentual de municípios dentro do ODM4BR em 2015 (15,7 óbitos por 1000/nascidos vivos), com 52% e 45%, respectivamente. Assim, nem a metade dos municípios nortistas tinham alcançado a 4ª meta do milênio, enquanto que no Sul, mais de 70% dos seus municípios já estavam dentro do ODM4BR.

Ademais, apesar do Brasil ter reduzido sua mortalidade em menos de 15,7 óbitos infantis por 1000 nascidos vivos em 2015, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Tabela 12), na média, ainda não tinham se enquadraram no 4º Objetivo do Milênio.

Tabela 12 - Estatística Descritiva acerca da mortalidade infantil por mil nascidos vivos – regiões brasileiras – 2000 e 2015

Variáveis	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de variação	Máximo	Mínimo
Sul					
2000	25.88	6.47	0.25	45.93	12.99
2015	12.07	15.20	1.26	187.5	0
Sudeste					
2000	27.56	7.48	0.27	60.92	13.33
2015	14.32	15.15	1.06	166.67	0
Norte					
2000	45.43	11.81	0.26	81.88	20.43
2015	18.02	13.20	0.73	98.04	0.00
Nordeste					
2000	61.89	11.25	0.18	106.29	23.8
2015	16.53	11.98	0.72	120	0
Centro-Oeste					
2000	30.69	5.08	0.17	48.73	18.76
2015	16.69	17.35	1.04	155.56	0

Fonte: A autora com dados do Sistema DATASUS Tabnet.

Considerando esses argumentos que demonstram a heterogeneidade entre as regiões brasileiras no que se refere aos óbitos infantis por mil nascidos vivos e ao atendimento ao ODM4BR, foi estimado um modelo Probit espacial para cada região do país (Tabela 13), visando analisar as particularidades de cada espaço e seus efeitos diretos e indiretos (Tabela 14).

No modelo estimado para o Centro-Oeste, a cobertura vacinal foi considerada significativa e positiva para a redução da mortalidade infantil, assim como a taxa de fecundidade entre as mulheres também afeta negativamente a probabilidade de se atingir o ODM4-BR. No caso do número de visitas domiciliares de médicos por 1000 habitantes, essa variável veio com o sinal negativo, em que, seu aumento impacta negativamente nas chances de se cumprir o quarto objetivo do milênio. Talvez, como é um indicador de insumo na redução da mortalidade infantil, o seu aumento isolado na região, sem o acompanhamento de exames, remédios, dentre outros, pode não afetar a mortalidade infantil como o esperado.

Tabela 13 - Estimativa do Modelo Probit para ODM4BR – Regiões Brasileiras

	Centro-Oeste			Nordeste			Norte		Sudeste (p-valor)			Sul (p-valor)	
	Beta	(p-valor)		Beta	(p-valor)		Beta	(p-valor)	Beta	(p-valor)		Beta	(p-valor)
Intercepto	0.3192	0.2640		1.0540	0.0030	**	0.6684	0.1560	1.1720	0.0030	**	0.4988	0.0910
FEC2010	-27.4600	0.0260	*	-2.0510	0.3670		-19.6900	0.0250	* -11.6400	0.1010		-3.3700	0.3630
ANALF2010	-0.0968	0.4910		-0.6963	0.0640		-0.7003	0.2420	-3.7730	0.0000	***	-4.1570	0.0000
PSF15	0.00001	0.2300		0.00001	0.0010	**	0.00001	0.1250	0.00001	0.3400		0.00001	0.1940
GINI2010	0.1465	0.4330		-1.7490	0.0020	**	-0.2767	0.3850	0.0391	0.4590		0.6741	0.1360
VAC15	0.0029	0.0420	*	0.0002	0.4450		0.0024	0.1550	-0.0013	0.1780		0.0002	0.4290
MED15	-0.0192	0.0050	*	-0.0032	0.0930		-0.0067	0.0520	0.0026	0.0460	*	0.0003	0.4730
ρ	0.2918	0.0100	*	0.2904	0.0000	***	0.3407	0.0020	** -0.0558	0.3070		0.1186	0.1180

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

Tabela 14 – Efeitos diretos e indiretos para o Modelo Probit Espacial: ODM4BR e Regiões Brasileiras (Centro-Oeste, Nordeste e Norte)

	Centro-Oeste			Nordeste			Norte		
	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total
FEC2010	-19.6900 *	-11.7300 *	-29.6200 *	-4.6260	-2.0360	-6.6070	-13.7500 *	-9.2360 *	-21.7300 *
ANALF2010	-0.9511	-0.4525	-1.3270	-0.5720	-0.2562	-0.8218	-0.8654	-0.5443	-1.3480
PSF15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000 **	0.0000 **	0.0000 **	0.0000	0.0000	0.0000
GINI2010	-0.5900	-0.2740	-0.8222	-1.0970 **	-0.5077 **	-1.5500 **	-0.7506	-0.4200	-1.1330
VAC15	0.0000 *	0.0000 *	0.0001 *	-0.0006	-0.0003	-0.0009	-0.0006	-0.0003	-0.0009
MED15	-0.0127 *	-0.0079 *	-0.0196 *	-0.0029	-0.0013	-0.0042	-0.0052	-0.0036	-0.0083

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

O modelo Probit estimado para os municípios nordestinos resultou em duas variáveis estatisticamente significativas: o número de pessoas cadastradas no Programa Saúde da Família (PSF) no ano de 2015 e o Índice de Gini. No caso da primeira variável, corrobora com as inferências trazidas pelo Relatório Nacional de Acompanhamento do ODM (BRASIL, 2014) do IPEA, no qual se estabelece uma relação positiva entre os municípios com maior atuação do PSF com a redução da mortalidade infantil, especialmente referindo-se aos municípios com maior nível de carência como os observados nas Regiões Norte e Nordeste. Assim, no Nordeste, os fatores que significativamente contribuem para a redução das taxas de mortalidade infantil e para o alcance do ODM4, é o combate às desigualdades sociais e a expansão do Programa Saúde da Família (PSF).

No caso do Norte do país, que é a região com maiores taxas de mortalidade infantil, apenas a variável taxa de fecundidade entre as mulheres apresentou-se estatisticamente significativa. Assim, para os municípios nortistas, a maior contribuição para a redução dos óbitos infantis é a redução do número de filhos por mulheres, ressaltando que, segundo o Atlas do Desenvolvimento (2020), a região Norte possui a maior taxa de fecundidade total entre as mulheres.

É importante frisar que as regiões Sul e Sudeste foram às únicas que reduziram, na média, suas taxas de mortalidade infantil por mil nascidos vivos ao ponto de se enquadrarem ao 4^a Objetivo de Desenvolvimento do Milênio, ressaltando que, já em 2000 possuíam municípios com taxas de mortandade menores que 15,7 óbitos por 1000 NV (Tabela 3), e em 2015 mais da metade de seus municípios alcançaram a meta do milênio. E essas duas regiões, decorrente da própria situação superior que apresentam em termos de mortalidade infantil, tiveram elementos diferenciados na análise dos fatores que afetam a probabilidade de se cumprir o ODM4.

No Sudeste, a taxa de analfabetismo entre as mulheres se apresentou importante nesse processo, com efeito negativo e estatisticamente significativo, indicando que a escolaridade materna para a região é um fator importante. Assim, altas taxas de analfabetismo tendem a reduzir as chances de o município alcançar o ODM4, analisando inversamente, quanto menos mulheres sem instrução, maiores são as probabilidades de o município ter baixas taxas de mortalidade infantil. O número de visitas domiciliares médicas por 1000 habitantes também foi significativo e com impacto positivo. O Sudeste possui o maior número de visitas de médicos por mil habitantes em todo o país (DATASUS, 2020), e isso se mostra a relevante na diminuição da mortalidade que se teve na região.

Para a Região Sul, a variável ANALF2010 também se apresentou importante no processo de redução de óbitos infantis. O analfabetismo, ou a falta de instrução entre as mulheres foi fator decisivo para os municípios sulistas, em que, municípios com menores taxas de analfabetas tendem a elevar suas probabilidades de alcançar o ODM4.

Em linhas gerais, os resultados econométricos apresentados na Tabela 13 para as regiões que não alcançaram o ODM4 (CO, ND e NO), apresentam elementos comuns que podem contribuir na busca pela redução da mortalidade infantil, especialmente se referindo ao controle da fecundidade, que foi o elo que ligou duas dessas regiões, sinalizando que, se políticas forem efetivadas para se ter maior controle de natalidade, tende-se a ter uma maior chance de se cumprir o quarto objetivo do milênio.

Já no Sul e no Sudeste, consegue-se ponderar de forma diferente, em que a formação do capital humano feminino é o elemento comum dessas duas regiões, se apresentando importante no cumprimento do ODM4. Dessa maneira, políticas públicas voltadas para esse fim tendem a elevar as chances de se reduzir ainda mais a mortalidade infantil dessas regiões.

Por fim, um último elemento que diferencia NO/NOR/CO do SU/SUD refere-se ao efeito espacial, em que, nesses dois últimos não se tem tal transbordamento, enquanto que nos três primeiros existe e esse efeito se apresentou estatisticamente significativo⁸. De certa maneira isso é relevante dado que nas regiões NO/NOR/CO ainda se está bem aquém de se cumprir o ODM4 ao longo dos seus municípios, existindo vazios de saúde infantil ao longo desses espaços, que podem ser minimizados com políticas específicas que se retroalimentam. Além disso, ter efeitos de externalidade indica que as políticas públicas não necessariamente precisam atender a todos os espaços, mas devem identificar aqueles com maior potencial de transmissão que, estatisticamente, seus efeitos tendem a atingir o envoltório também.

Após as estimações realizadas para o ODM4BR por regiões, foi realizado as estimações para o ODM4 individual por município, para todas as regiões brasileiras. Os resultados encontrados nas estimações foram semelhantes a tabela 13 e por essa razão não foram incluídos nesta pesquisa e optou-se por trabalhar apenas com o modelo Probit espacial para o ODM4BR para as regiões do Brasil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A minimização da mortalidade infantil está entre os objetivos de praticamente todos os países. Sua retração indiretamente sinaliza melhorias na condição de vida da população, ultrapassando o enfoque puramente do bem-estar infantil. Ora, se as políticas públicas de saúde são aplicadas num espaço, elas não necessariamente ficam restritas às crianças; se a renda da região se eleva e isso induz a uma melhor alimentação, por exemplo, isso também pode atingir à população como um todo e não apenas afetar exclusivamente às crianças. É claro que o índice de mortalidade infantil irá retratar uma intensificação do bem-estar infantil, mas ele vai além, representando, em tese, uma melhora na condição de vida de toda a população.

No ano de 2000, líderes mundiais se reuniram e se comprometeram em reduzir à pobreza mundial. Para isso, estabeleceram alvos específicos, construindo Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs). No quarto objetivo, se propunha reduzir a mortalidade infantil com menos de 5 anos em dois terços até o ano de 2015 (ODM 4). No caso do Brasil, isso significou reduzir para 15,7 óbitos por 1000 nascidos vivos a mortalidade infantil. Entretanto, nem todos os municípios auferiram esse valor. Assim, essa pesquisa teve como principal foco a identificação dos fatores que podem elevar a probabilidade de um município atingir essa meta.

Este estudo analisou o cumprimento da ODM4 pelos municípios brasileiros, identificando os diferentes fatores que afetam a chance de se atingir tal meta, considerando o período 2000 a 2015. Para isso, inicialmente se mensurou o ODM4 para cada município do país, investigando se este foi alcançado no ano de 2015 em todos os municípios brasileiros, analisando também sua distribuição espacial.

Em uma primeira análise para o país, entre os anos de 2000 e 2015, percebeu-se uma redução da taxa de mortalidade infantil, de 40 óbitos infantis por mil nascidos vivos para 15 óbitos infantis por mil nascidos, confirmando o alcance do 4º Objetivo de Desenvolvimento do Milênio. Entretanto, ao ser realizado análises separadamente por regiões, notou-se disparidades entre as regiões brasileiras. Os municípios do Sul e do sudeste obtiveram maior sucesso para atingir a 4ª meta, enquanto os municípios das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil possuíram uma evolução positiva, entretanto, ainda estavam aquém das demais regiões do país.

Apesar do Sul e Sudeste possuírem mais da metade de seus municípios dentro do ODM4, em uma comparação entre os anos 2000 e 2015, tiveram municípios com as maiores taxas de aumento da mortalidade infantil de até 5 anos de idade. Verificando também, na análise da taxa de crescimento da mortalidade infantil por mil nascidos vivos, as regiões Norte e Nordeste apresentaram os maiores decréscimos. Ademais, menos de 1% dos municípios do Nordeste aumentaram a mortalidade infantil entre o ano de 2000 a 2015, enquanto no Sul do país, 13% aumentaram sua taxa de mortalidade. Em outras palavras, apesar dessas regiões possuírem menos municípios dentro do ODM4, são regiões que estão reduzindo sua mortalidade infantil de forma geral em seus municípios, estando numa evolução para se auferir o quarto Objetivo do Milênio.

Os resultados para a autocorrelação espacial vieram com valores positivos e significativos para a existência de correlação espacial. Da mesma forma, na análise dos clusters espaciais evidenciou a predominância para similaridades da mortalidade infantil por mil nascidos vivos, inferindo que, municípios com altas taxas de mortalidade, na média, estavam rodeados por municípios com altas taxas de óbitos infantis e municípios com baixas taxas, na média, estavam cercados por municípios com baixas taxas de mortalidade infantil por mil nascidos vivos. De certa maneira esses resultados são importantes, pois demonstram que se políticas públicas foram efetivadas em alguns pontos do espaço provavelmente esse efeito não ficará restrito a esses pontos, transbordando os resultados.

Na análise dos fatores que podem afetar a probabilidade de um município atingir a ODM 4, subdividindo a análise em ODM4BR (para 15,7 óbitos por mil nascidos vivos) e ODM4 local (redução de dois terços da mortalidade infantil para cada município brasileiro), os resultados encontrados foram semelhantes aos esperados pela literatura. Para o modelo ODM4BR identificou-se que as altas taxas de fecundidade total tendem a reduzir a probabilidade de um município alcançar o ODM4, assim como a desigualdade social e o analfabetismo entre as mulheres também podem afetar negativamente a probabilidade de um município se inserir no 4º Objetivo do Milênio. Já o Programa Saúde da Família tende a elevar a probabilidade de se alcançar o ODM4BR 2015. Ressalta-se que o efeito espacial foi significativo e positivo, constatando que essas variáveis não afetam apenas o alcance do ODM4BR de um município específico, mas também envoltório (efeitos indiretos).

No caso do ODM4 local, resultados semelhantes foram obtidos, somando com a variável cobertura vacinal, a qual recebeu um valor positivo e significativo no modelo, demonstrando que para a variável ODM4 local a cobertura vacinal contribuiu para o aumento

da probabilidade do município ser inserido no 4º objetivo do milênio individual. O modelo também apresentou efeito espacial positivo e significativo, existindo efeitos diretos e indiretos das variáveis explicativas sobre a probabilidade do atendimento do quarto objetivo do milênio.

Portanto, se políticas públicas foram dirigidas no sentido de formar o capital humano feminino, elevando sua condição de renda, somado a programas de planejamento familiar com a distribuição e ensino sobre a utilização dos métodos contraceptivos, etc, atrelado a ações específicas para intensificar a cobertura vacinal, tender-se-ia uma probabilidade expressiva de que boa parte dos municípios brasileiros que ainda não atingiram a meta do milênio, assim o fizessem.

Ao analisar regionalmente, essas mesmas variáveis se fizeram estatisticamente importantes, entretanto, com distinção de participação entre as regiões, incluindo também outros fatores. No Nordeste, os fatores que contribuem para o alcance do ODM4BR, é o combate às desigualdades sociais e a expansão do Programa Saúde da Família (PSF). No caso do Norte do país, que é a região com maiores taxas de mortalidade infantil, apenas a variável taxa de fecundidade entre as mulheres apresentou-se estatisticamente significativa. No Sudeste, a taxa de analfabetismo entre as mulheres impacta nesse processo, com efeito negativo e estatisticamente significativo, indicando que a escolaridade materna para a região é um fator crucial. Assim, altas taxas de analfabetismo tendem a reduzir as chances de o município alcançar o ODM4, analisando inversamente, quanto menos mulheres sem instrução, maiores são as probabilidades de o município ter baixas taxas de mortalidade infantil. O número de visitas domiciliares por médicos por mil habitantes também foi significativo e com impacto positivo. Para a Região Sul, o analfabetismo, ou a falta de instrução entre as mulheres foi fator decisivo para os municípios sulistas, em que, municípios com menores taxas de analfabetas tendem a elevar suas probabilidades de alcançar o ODM4.

Por fim, um último elemento que diferencia NO/NOR/CO do SU/SUD refere-se ao efeito espacial, em que, nesses dois últimos não se tem tal transbordamento, enquanto que nos três primeiros existe e esse efeito se apresentou estatisticamente significativo. De certa maneira isso é relevante dado que nas regiões NO/NOR/CO ainda se está bem aquém de se cumprir o ODM4 ao longo dos seus municípios, existindo vazios de saúde infantil ao longo desses espaços, que podem ser minimizados com políticas específicas que se retroalimentam. Além disso, ter efeitos de externalidade indicando o transbordamento dos serviços de saúde de uma região em outra região.

Incentivam-se mais trabalhos acerca a mortalidade infantil com a utilização da ferramenta econometria espacial, com a utilização de dados mais recentes através dos novos censos demográficos, com variáveis mais completas e atualizadas a nível municipal e regional e com outros programas do governo além do Programa Saúde da Família como por exemplo o Programa Bolsa Família. Também se incentivam trabalhos não apenas com o 4º Objetivo de Desenvolvimento do Milênio, mas com todas as metas desenvolvidas e o seu alcance pelo Brasil, dada a devida importância para os transbordamentos e análises de clusters formados para o avanço de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, EDUARDO. **Econometria espacial aplicada**. Campinas, SP: Editora Alínea, 2012.

ALMEIDA, M. F.; ALENCAR, G. P.; SHOEPS, D.; NOVAES, H.M.D.; CAMPBELL, O.; RODRIGUES, L. C. **Sobrevida e fatores de risco para mortalidade neonatal em uma coorte de nascidos vivos de muito baixo peso ao nascer, na Região Sul do Município de São Paulo, Brasil**. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 27(6):1088-1098, jun, 2011.

ALMEIDA, Wanessa da Silva de. **Estimação da mortalidade infantil nos municípios brasileiros**. 2016. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2016.

ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Boston: Kluwer Academic, 1988. 304 p.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association - LISA. **Geographical Analysis**, Ohio, v. 27, n. 2, p. 93-115, 1995.

ANSELIN, L. The Moran Scatterplot as ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: FISCHER, M; SCHOLTEN, H; UNWIN, D. (Eds.). **Spatial Analytical Perspectives on GIS in Enviromental and Social-Economics Sciences**. London:Taylor, 1996. cap. 8, p. 111-125.

ANSELIN, L.; XUN, Li. Operational Local Join Count Statistics for Cluster Detection. **Journal of Geographical Systems**. 2019.

ATLAS: Atlas do Desenvolvimento no Brasil. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>> Acesso em: set.2019.

BATISTA FILHO, Malaquias; CRUZ, Rachel de Sá Barreto Luna Callou. A saúde das crianças no mundo e no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, [s.l.], v. 15, n. 4, p.451-454, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-38292015000400010>. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbsmi/v15n4/1519-3829-rbsmi-15-04-0451.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2020.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Saúde Brasil 2011: uma análise da situação de saúde e a vigilância da saúde da mulher**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2012. 444 p.

CAPES: Catálogos de Teses e Dissertações da CAPES. Disponível: <<https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>> Acesso em 2020.

CAVALCANTE, S. A.; GRISI, S.J.F.E.; CAMPOS J.S. O impacto do PSF no Município de Sobral - Ceará: uma análise da evolução da saúde das crianças menores de cinco anos de idade no período de 1995-2002. In: **VI Congresso Brasileiro de Epidemiologia**, Livro de Resumos [CD-ROM]. Olinda: ABRASCO; 2004.

CHRISTIAENSEN, L.; ALDERMAN, H. Child Malnutrition in Ethiopia: Can Maternal Knowledge Augment the Role of Income? **Economic Development and Cultural Change**, 52(2): 287-312, 2004.

BRASIL. INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. (org.). **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**: Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília, 2014. 208 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/140523_relatorioodm.pdf>. Acesso 2019.

DATASUS: Departamento de Informática do SUS. Disponível em: <<http://datasus.saude.gov.br/>>. Acesso em: out. 2019.

Declaração do Milênio. Organização das Nações Unidas. Setembro, 2000. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/declaracao-do-milenio.html>>. Acesso em: 2019.

DUARTE, C. M. R. **Quality of Life and Health Indicators: Aspects of Infant Mortality in the State of Rio de Janeiro and its Regions**. Cad Saúde Públ., Rio de Janeiro, 8 (4): 414-427, oct/dec, 1992.

GUIMARAES, T. M. R.; ALVES, J. G. B.; TAVARES, M. M. F. Impacto das ações de imunização pelo Programa Saúde da Família na mortalidade infantil por doenças evitáveis em Olinda, Pernambuco, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p. 868-876, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X2009000400018&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: mar.2020.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: out. 2019.

IPEA: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEAGeo. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/ipeageo/>> Acesso em: set.2019.

FUENTES, C.C.R.; SÁNCHEZ-VAL, M.M.; HERNÁNDEZ, F.A.L. La proximidad geográfica en el contagio del fracaso empresarial en la pyme: Una aplicación empírica con el modelo probit espacial. **Estudios de Economía Aplicada**, vol. 34-3, 2016, p.629-648.

LAWN, J. **4 million neonatal deaths: An analysis of available cause-of-death data and systematic country estimates with a focus on “birth asphyxia”**. Thesis submitted towards the degree of Doctor of Philosophy - University College London, 2006.

LEE, H.H.; LEE, S.A.; Lim, J.Y.; PARK, C.Y. Effects of food price inflation on infant and child mortality in developing countries. **The European Journal of Health Economics**, 2016, 17(5), pp.535-551.

Levels & Trends in Child Mortality. United Nations Children’s Fund. September, 2015. Disponível em: <<https://data.unicef.org/resources/levels-and-trends-in-child-mortality/>> Acesso em: set.2019.

LESAGE, J.P.; PACE, R.K. **Introduction to spatial econometrics**. CRC Press, Boca Raton, 2009.

LIMA, J.C.; MARCHEZONI, A. M; SEGRI, J.N; ZAVALA, A. A.; AKIKO, T. O. Estudo de base populacional sobre mortalidade infantil. **Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 22, núm. 3, março, 2017, p. 931-939. Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, Brasil.

LIU, L.; OZA, S.; HOGAN, D.; CHU, Y.; PERIN, J.; ZHU, J.; LAWN, J.; COUSENS, S.; MATHERS, C.; BLACK, R. Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000–15: an updated systematic analysis with implications for the Sustainable Development Goals. **Lancet**, p.388, 2016.

LIU, Y.; CHEN, Y.; WANG, D. Economic and Socioeconomic Determinants of Infant Mortality: A cross-country investigation. **Econometric Analysis Undergraduate Research Papers**. 2015. Disponível em: <https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/54226/liu_chen_wang_economic_and_socioeconomic_determinants_of_infant_mortality.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: out.2019

MAKHLOUF, Y.; KELLARD, N.M.; VINOGRADOV, D. Child mortality, commodity price volatility and the resource curse. **Social Science & Medicine** (2017), doi: 10.1016/j.socscimed.2017.01.063.

MCMILLEN, D.. **McSpatial: Nonparametric spatial data analysis**, 2013. Disponível em: <<https://rdrr.io/cran/McSpatial/>>. Acesso em out. 2019.

SANTOS, A.M.A.; TEJADA, C.A.O.; EWERLING, F. Os determinantes socioeconômicos do estado de saúde das crianças do Brasil rural. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 473-492, 2012.

MORAN, P. A. P. **Notes on Continuous Stochastic Phenomena**. *Biometrika*, v. 37, n. 1, p. 17-23. 1950.

OTTONELLI, J; SILVA, J; MARIN, S. Desenvolvimento Humano No Nordeste: Um Estudo Sobre A Influência De Indicadores Sociais No Idh-M (1991 E 2000). **Economia e Desenvolvimento**, Recife, v. 12, n. 1, p.1-29, 2013. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/7037/6c6fc285d2b0661963279b1da6aad2966405.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2020.

PEDRO, Marcio Vinicius. **PSF e ODM: a influência do Programa Saúde da Família para os estados brasileiros atingirem a meta de mortalidade na infância dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. 2014. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência Política, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1506850>. Acesso em: 06 mar. 2020.

SANTOS, D.M.; DUBEUX, L.S.; FRIAS, P.G.; VANDERLEI, L.C.; VIDAL, S. Avaliação normativa da ação programática imunização nas equipes de saúde da família de Olinda,

Estado de Pernambuco, Brasil, em 2003. In: **VI Congresso Brasileiro de Epidemiologia**, Livro de Resumos [CD-ROM]. Olinda: ABRASCO; 2004.

SIDRA: Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/ipca15/brasil> > Acesso em: set.2019

SILVA, T. J. J.. Os Determinantes Socioeconômicos da Mortalidade Infantil Nos Anos de 2000 e 2010: Evidências Empíricas Para os Municípios Pernambucanos. **Humanas & Sociais Aplicadas**, 6(17), p. 01-13. Campos Dos Goytacazes; 2016.

SIMÕES, Celso Cardoso da Silva. **Novas Estimativas da Mortalidade Infantil no Brasil e suas Regiões**. IBGE Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: agost. 2019.

SOUSA, Tanara Rosângela Vieira; MAIA, Sinésio Fernandes. **Uma investigação dos determinantes da redução da taxa de mortalidade infantil nos estados da Região Nordeste do Brasil**. In: I Congresso da Associação Latino-Americana de População, 2004, Caxambu - MG. I Congreso de la Asociación Latino-americana de Población-ALAP. Campinas: ABEP, 2004.

SSEWANYANA, S.; YOUNGER, S.D. Infant Mortality in Uganda: Determinants, Trends, and the Millennium Development Goals. **Journal of African Economies**, Volume 17, Issue 1, Pages 34–61, Jan. 2008.

VICTORIA, C. G. Intervenções para reduzir a mortalidade infantil pré-escolar e materna no Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. Vol. 4, Nº 1, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Matriz de Correlação entre as variáveis explicativas modelo (2)

Correlation Coefficients, using the observations 1 - 5564
5% critical value (two-tailed) = 0.0263 for n = 5564

analf2010	psf15	med15	enf15	vac15	
1.0000	0.1265	-0.0007	-0.0163	-0.1468	analf2010
	1.0000	0.1145	0.1173	0.0611	psf15
		1.0000	0.8128	0.0794	med15
			1.0000	0.0744	enf15
				1.0000	vac15
ren	gini	pob	fec		
-0.8000	0.3731	0.7674	0.4797	analf2010	
-0.1345	0.0126	0.0909	0.0188	psf15	
-0.0231	0.0080	0.0118	0.0224	med15	
-0.0130	-0.0177	-0.0147	0.0096	enf15	
0.1284	-0.1430	-0.1780	-0.1420	vac15	
1.0000	-0.3348	-0.7984	-0.5699	ren	
	1.0000	0.5636	0.4176	gini	
		1.0000	0.5394	pob	
			1.0000	fec	

Fonte: Gretl Software

Nota: FEC2010 refere-se a fecundidade inicial; MED15 é a quantidade de visitas domiciliares realizadas pelo profissional médico por 1000 habitantes; ENF15 é a quantidade de visitas domiciliares realizadas pelo profissional enfermeiro por 1000 habitantes; GINI2010 refere-se ao Índice de Gini inicial; VAC15 é a cobertura vacinal do ano final; PSF15 refere-se a quantidade de pessoas cadastradas no Programa Saúde da Família por 1000 habitantes no ano final; REN é a renda *per capita* domiciliar; POB é a porcentagem de pessoas que vivem com menos de meio salário mínimo por mês; ANALF2010 é a taxa de analfabetismo entre as mulheres em 2010.

APÊNDICE B – Estimativa do Modelo Probit e Probit Espacial para ODM4BR e efeitos diretos, indiretos e total

Estimativa:

	Probit			Probit Espacial		
	Beta	(p-valor)		Beta	(p-valor)	
Intercepto	0.7595	0.0003	***	0.4538	0.0120	*
FEC2010	-17.8262	0.0000	***	-9.9460	0.0070	**
ANALF2010	-0.662172	0.0652		-0.5032	0.0550	
REN2010	0.0006	0.0001	***	0.0006	0.0000	***
PSF15	0.0000	0.0403	**	0.0000	0.0120	*
GINI2010	-0.763557	0.0231	**	-0.7312	0,0150	*
VAC15	0.0002	0.7899		0.0001	0.4210	
ENF15	-0.00128070	0.2715		-0.0012	0.1570	
POB2010	0.0059	0.9708		0.0716	0.3360	
MED15	0.0018	0.2925		0.0017	0.1460	
Efeito Espacial (ρ)				0.2195	0.0000	***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

Efeitos diretos e indiretos e total:

	Direto		Indireto		Total	
FEC2010	-6.0280	**	-1.8780	**	-7.8220	**
ANALF2010	-0.3978		-0.1202		-0.5131	
REN2010	0.0001	***	0.0000	***	0.0002	***
PSF15	0.0000	*	0.0000	*	0.0000	*
GINI2010	-0.4791	*	-0.1515	*	-0.6215	*
VAC15	-0.0003		-0.0001		-0.0004	
ENF15	-0.0011		-0.0003		-0.0014	
POB2010	-0.0685		-0.0206		-0.0873	
MED15	-0.0004		-0.0001		-0.0005	

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

APÊNDICE C – Estimativa do Modelo Probit e Probit Espacial para ODM4 Municipal e efeitos diretos, indiretos e total

Estimativa:

	Probit			Probit Espacial		
	Beta	(p-valor)		Beta	(p-valor)	
Intercepto	0.6331	0.0026	***	0.7362	0.0000	***
FEC2010	-18.3391	0.0000	***	-13.5400	0.0010	***
ANALF2010	2.1397	0.0000	***	1.2070	0.0010	***
REN2010	-0.0009	0.0000	***	-0.0010	0.0000	***
PSF15	0.0000	0.0007	***	0.0000	0.0000	**
GINI2010	-0.7957	0.0172	**	-0.6553	0.0270	*
VAC15	0.0018	0.0028	***	0.0017	0.0010	**
ENF15	-0.0027	0.0207	**	-0.0026	0.0140	*
POB2010	0.0487	0.7622		-0.1990	0.1170	
MED15	0.0045	0.0123	**	0.0045	0.0050	*
Efeito Espacial (ρ)				0.4175	0.0000	***

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

Efeitos diretos e indiretos:

	Direto		Indireto		Total	
FEC2010	-7.2340	***	-5.1720	***	-12.2400	***
ANALF2010	0.2421	***	0.1574	***	0.4007	***
REN2010	-0.0005	***	-0.0003	***	-0.0008	***
PSF15	0.0000	**	0.0000	**	0.0000	**
GINI2010	-0.4442	*	-0.3173	*	-0.7628	*
VAC15	0.0003	**	0.0002	**	0.0004	**
ENF15	-0.0017	*	-0.0012	*	-0.0029	*
POB2010	-0.1746		-0.1224		-0.2936	
MED15	0.0006	*	0.0004	*	0.0010	*

Fonte: software R Studio

Nota: (*) estatisticamente significativo a um nível de significância de 5%; (***) estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%.

APÊNDICE D – *I* de Moran para os resíduos da estimação Probit para os modelos com a variável dependente ODM4BR e ODM4

Matriz	Coefiente <i>I</i> de Moran (ODM4BR)	Coefiente <i>I</i> de Moran (ODM4)
Rainha	0,027	0,079
Torre	0,027	0,076
1 vizinho	0,002*	0,053*
4 vizinhos	0,021*	0,070*
10 vizinhos	0,027*	0,076*
15 vizinhos	0,023*	0,072*

Fonte: Geoda Software.

Nota: (*) Estatisticamente significativo a um nível de significância de 1%. Permutações=999

APÊNDICE E– *I* de Moran para os resíduos da estimação Probit ESPACIAL para os modelos com a variável dependente ODM4BR e ODM4

Matriz	Coefiente <i>I</i> de Moran (ODM4BR)	Coefiente <i>I</i> de Moran (ODM4)
Rainha	0,002	0,005
Torre	0,002	0,005
1 vizinho	0,0002	0,005
4 vizinhos	0,001	0,004
10 vizinhos	0,001	0,003
15 vizinhos	0,002	0,005

Fonte: Geoda Software.