UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

DAIANE LEITE DA ROZA

FATORES ASSOCIADOS À GRAVIDEZ ADOLESCENTE NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL: ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL

Ribeirão Preto - SP
2015

DAIANE LEITE DA ROZA

FATORES ASSOCIADOS À GRAVIDEZ ADOLESCENTE NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL: ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde na Comunidade da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Saúde na Comunidade

Orientador: Prof. Dr. Edson Zangiacomi Martinez

Ribeirão Preto - SP
2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL E PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha Catalográfica

Roza, Daiane Leite da
Fatores associados à gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, Brasil: análise espaço-temporal, 2015
105 p.:il.; 30 cm

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP. Área de concentração: Saúde na Comunidade.

Orientador: Martinez, Edson Zangiacomi

1. Estudo Ecológico. 2. Totalmente Bayesiano. 3. Modelo Aditivo Generalizado. 4. Gravidez na Adolescência 5. Minas Gerais

FOLHA DE APROVAÇÃO

Roza, Daiane Leite da
Fatores associados à gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, Brasil: análise espaço-temporal

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Área de Concentração: Saúde na Comunidade.

Aprovado em: ___/ ___/ _____

Banca Examinadora

Prof.(a) Dr(a). _____ Instituição: _____
Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____Instituição: _____
Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof.(a) Dr.(a) _____Instituição: _____
Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof.(a) Dr(a). _____Instituição: _____
Julgamento: _____Assinatura: _____

Prof.(a) Dr(a). _____Instituição: _____
Julgamento: _____Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Meu agradecimento especial é para a Profa Fátima Pina da Universidade do Porto por toda a confiança depositada em mim e nesse trabalho, e por tão gentilmente ter me recebido e me integrado ao seu grupo de pesquisa.

Agradeço a Profa Denisa Mendonça do Instituto de Saúde Pública (ISPUP) da Universidade do Porto pela supervisão e por todas as valiosas contribuições dadas nesse trabalho.

Agradeço ao grupo Geoepidemiologia do Instituto de Engenharia Biomédica (INEB) da Universidade do Porto por terem me recebido, em especial, a Carla, a Rose, o Hugo, a Ana Isabel, o Alex e a Sandra.

Agradeço as contribuições valiosas dos professores Heloísa, Milton e Maria do Carmo em minha banca de qualificação.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de doutorado e pela bolsa sanduíche que me possibilitou passar três meses junto à Universidade do Porto em Portugal. Tenho certeza que esse estágio contribuiu muito para minha formação profissional e pessoal.

Agradeço aos professores e funcionários do Departamento de Medicina Social pelo apoio durante toda a pesquisa.

E agradeço, sempre e imensamente, ao meu orientador, Prof. Edson Martinez, por me orientar durante toda a pesquisa e durante os últimos 7 anos.

"A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê."

Arthur Schopenhauer

RESUMO

ROZA, D. L. **Fatores associados à gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, Brasil: análise espaço-temporal.** 2015. 105p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

O objetivo deste trabalho foi descrever as associações entre os percentuais de gravidez na adolescência e indicadores socioeconômicos e de responsabilidade social dos municípios do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, no ano de 2000 a 2010. Trata-se de um estudo ecológico, utilizando dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). O percentual de nascidos vivos de mães adolescentes para cada município foi calculado segundo o quociente entre o número de nascidos vivos de mães com idade entre 10 e 19 anos e o número total de nascidos vivos registrados no ano de 2000 a 2010. Modelos bayesianos e modelos aditivos generalizados foram utilizados para a obtenção de percentuais de gravidez adolescente ajustados por efeitos espaciais e para avaliar as possíveis associações com os indicadores socioeconômicos e de responsabilidade social. Os percentuais brutos de gravidez adolescente em relação ao total de nascidos vivos nos municípios de Minas Gerais no ano de 2010 variaram de 0 a 46,4%, com uma mediana de 19,6%. O primeiro e o terceiro quartis são, respectivemente, 15,6% e 23,1%. O estudo evidenciou uma estreita relação entre a gravidez na adolescência e indicadores econômicos e sociais. Os percentuais de gravidez adolescente se mostraram maiores nos municípios com menor tamanho populacional, menores valores do Índice de Desenvolvimento Humano e menores valores de outros indicadores de desenvolvimento. A forte relação entre os percentuais de gravidez adolescente e os indicadores sociais e econômicos sugerem que a gravidez adolescente é muito mais um problema social que biológico. Os programas e as ações devem ir muito além de educação sexual e informações sobre métodos preventivos de saúde.

Palavras-chave: Estudo ecológico, Análise espacial, Métodos bayesianos, Modelos aditivos generalizados, Gravidez na adolescência.

ABSTRACT

ROZA, D. L. **Factors associated with adolescence pregnancy in the state of Minas Gerais, Brazil: analysis space-time.** 2015. 105p. Thesis (Doctor degree) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.

The objective of this study was to describe associations between pregnancy rates in adolescence and socio-economic and social responsibility indicators in the municipalities of the State of Minas Gerais, Southeast of Brazil, in the year of 2010-2010. This is an ecological study using data from the Brazilian Live Birth Information System (SINASC). The percentage of live births to adolescent mothers for each municipality was calculated based on the quotient between number of born alive infants of mothers aged 10-19 years old and total number of live births in the year of 2000-2010. Bayesian models and generalized additive model were used to obtain the percentages of adolescence pregnancy adjusted for spatial effects and to assess possible associations with socio-economic and social responsibility indicators. The crude percentage of adolescence pregnancy for the total number of live births in the municipalities of Minas Gerais in 2010 ranged from 0 to 46.4%, with median percentage being 19.6% and the first and third quartiles being 15.6% and 23.1%, respectively. This study has demonstrated a close relationship between adolescent pregnancy and socio-economic indicators. Live births to adolescent mothers percentages were found to be higher in municipalities with low population density, low human development index, and other low development indicators. The strong relationship between adolescence pregnancy percentages and socio-economic indicators suggests that adolescent pregnancy is more a social than a biological problem. Therefore, programs and actions should go beyond sexual education and information on preventive health methods.

Keywords: Ecological study, Spatial analysis, Bayesian methods, Generalized additive models, Teenage pregnancy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1 - Localização do estado de Minas Gerais 28

Figura 3.2 - Estado de Minas Gerais dividido em 66 microrregiões e separados pelas 12 mesorregiões 30

Figura 4.1 - Distribuição espacial dos percentuais brutos de gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais, no ano de 2010 44

Figura 4.2 - Distribuição espacial dos percentuais ajustados de gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais, no ano de 2010, obtidos pelo modelo bayesiano sem inserção de covariáveis 45

Figura 4.3 - Distribuição espacial (A) bruta e (B) percentual ajustado de nascidos vivos de mães adolescentes, considerando o modelo totalmente bayesiano. Estado de Minas Gerais, 2010 54

Figura 4.4 - Distribuição espacial dos percentuais ajustados de nascidos vivos de mães adolescentes considerando (A) modelo bayesiano empírico local e (B) modelo bayesiano empírico global. Estado de Minas Gerais, 2010 55

Figura 4.5 - Gráficos de comparações entre os percentuais estimados pelos métodos (A) totalmente bayesiano, (B) bayesiano empírico local e (C) bayesiano empírico global com os percentuais brutos de gravidez adolescente 55

Figura 4.6 - Histogramas dos (A) percentuais brutos de gravidez adolescente e percentuais estimados pelos métodos (B) totalmente bayesiano, (C) bayesiano empírico local e (D) bayesiano empírico global 56

Figura 4.7 - Comparações entre (A) percentuais brutos de gravidez adolescente e os percentuais estimados pelos modelos (B) bayesiano empírico global, (C) bayesiano empírico local e (D) totalmente bayesiano ... 57

Figura 4.8 - Percentuais brutos de gravidez na adolescência nas 66 microrregiões do estado de Minas Gerais nos anos 2000, 2005 e 2010 59

Figura 4.9 - Percentuais de gravidez na adolescência ajustada pelo modelo totalmente bayesiano para o índice mineiro de responsabilidade social (IMRS) e suas dimensões: IMRS (Índice Global), Cultura, Educação e Finanças Municipais para os anos 2000, 2005 e 2010.... 60

Figura 4.10 - Percentuais de gravidez na adolescência ajustada pelo modelo totalmente bayesiano para o índice mineiro de responsabilidade

social (IMRS) nas dimensões: Meio Ambiente e Habitação, Renda e Emprego, Saúde e Segurança Pública para os anos 2000, 2005 e 2010 61

Figura 4.11 - Mapa do estado de Minas Gerais particionado pelas mesorregiões e gráfico longitudinal dos percentuais médios de nascidos vivos de mães adolescentes em cada mesorregião, no período de 2000-2010 65

Figura 4.12 - Índice Local de Associação (LISA) para o estado de Minas Gerais para o período de 2000-2010 66

Figura 4.13 - Histograma dos resíduos (B e D) e gráfico quantil-quantil - QQPlot (A e C) dos resíduos para os modelos Binomial Negativa e Poisson ..67

Figura 4.14 - Curva de resposta (*smooth functions*) mostrando o efeito do tempo na gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, no período de 2000 a 2010. A área em cinza representa o intervalo de confiança com 95% 69

Figura 4.15 - Análise espaço-temporal baseado na distribuição binomial negativa do Modelo Aditivo Generalizado para o período de 2000 a 2010 ...70

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Dimensões do IMRS e as respectivas variáveis analisadas pela Fundação João Pinheiro para compor o Índice Mineiro de Responsabilidade Social 32

Tabela 4.1 - Percentuais de gravidez na adolescência em Minas Gerais segundo o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) 46

Tabela 4.2 - Percentuais de gravidez na adolescência em Minas Gerais segundo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, tamanho da população, % de bolsa família, IDSUS, índice de GINI e PIB per capita 49

Tabela 4.3 - Resumo a posteriori dos parâmetros do modelo totalmente Bayesiano aplicado aos dados de gravidez na adolescência 51

Tabela 4.4 - Os vinte municípios com os maiores e os vinte municípios com os menores percentuais brutos de gravidez adolescente. Estado de Minas Gerais, 2010 53

Tabela 4.5 - Valores de DIC para o ajuste dos modelos 58

Tabela 4.6 - Percentuais médios de gravidez adolescente em Minas Gerais segundo o Índice Mineiro de Responsabilidade Social e suas dimensões nos anos de 2000, 2005 e 2010 62

LISTA DE SIGLAS

AIC	Akaike's Information Criterion
BEL	Bayesiano Empírico Local
BEG	Bayesiano Empírico Global
CAR	Conditional Autoregressive
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DAB	Departamento de Atenção Básica
DIC	Deviance Information Criterion
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IDSUS	Índice de Desenvolvimento do SUS
IFDM	Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal
IMRS	Índice Mineiro de Responsabilidade Social
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
GAM	Generalized Additive Model
GLM	Generalized Linear Model
LISA	Local Indicator of Spatial Association
MCMC	Monte Carlo em Cadeia de Markov
OMS	Organização Mundial da Saúde
PMAQ-AB	Programa nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica
PIB	Produto Interno Bruto
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
SINASC	Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos
SIR	Standardized Incidence Ratio
SUS	Sistema Único de Saúde
TB	Totalmente Bayesiano

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **14**

1. INTRODUÇÃO **17**

2. OBJETIVOS **25**
2.1 Objetivo 1 26
2.2 Objetivo 2 26
2.3 Objetivo 3 26

3. METODOLOGIA **27**
3.1 Desenho do Estudo 28
3.2 Local do Estudo 28
3.3 Período 31
3.4 Indicadores e Fontes dos dados 31
3.5 Análise estatística 34
3.5.1 Modelo Bayesiano Espacial 34
3.5.2 Modelo Bayesiano Espaço-temporal 37
3.5.3 Modelo Aditivo Generalizado (GAM) 39
3.6 Aspectos Éticos 42

4. RESULTADOS **43**
4.1 Modelo Bayesiano Espacial 44
4.2 Modelo Bayesiano Espaço-temporal 58
4.3 Modelo Aditivo Generalizado (GAM) 64

5. DISCUSSÃO **71**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **78**

APÊNDICES **88**
Apêndice A- Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos 89

Apêndice B- Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos.....90
Apêndice C- Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos 91
Apêndice D- Tabela do modelo espaço-temporal: IMRS Educação.....92
Apêndice E- Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Finanças Municipais 93
Apêndice F- Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Meio Ambiente e Habitação.. 94
Apêndice G- Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Segurança Pública 95
Apêndice H- Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Renda e Emprego 96
Apêndice I- Tabela do modelo espaço-temporal – IMRS Cultura e Esporte 97
Apêndice J- Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Saúde.....98
Apêndice K- Tabela do modelo espaço-temporal – IMRS (Índice Global).....99
Apêndice L- Programa WinBUGS – Modelo Espacial 100
Apêndice M- Programa WinBUGS – Modelo Espaço-temporal.....101

ANEXOS 102
Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....103
Anexo B – Artigo Publicado.....104
Anexo C – Artigo Submetido 105

APRESENTAÇÃO

A ideia do projeto de pesquisa para o doutorado surgiu em 2010, quando junto ao meu orientador e alguns professores publicamos um artigo nos Cadernos de Saúde Pública intitulado: “Gravidez na adolescência e características socioeconômicas dos municípios do Estado de São Paulo, Brasil: análise espacial”. A partir dessa pesquisa, em 2011, ingressei como aluna de doutorado do Programa Saúde na Comunidade e começamos a trabalhar com a temática da gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais.

Os primeiros resultados do doutorado foram apresentados no *International Congress on Environmental Health (ICEH)* em 2012 realizado em Lisboa - Portugal. Em 2013 apresentei alguns resultados no *GIS in Public Health Conference* realizado em Miami - Estados Unidos. Em 2014 apresentei a pesquisa no *GeoSaúde - 1° Congresso de Geografia da Saúde dos Países de Língua Portuguesa* realizado em Coimbra – Portugal.

Foi nesse congresso que conheci a Profa Fátima Pina da Universidade do Porto, bem como os integrantes do seu grupo de pesquisa e acertamos o meu estágio de 3 meses junto à Universidade do Porto em Portugal.

O estágio aconteceu no período de 01 de outubro de 2014 a 31 de dezembro de 2014 na qual recebi uma bolsa sanduíche da CAPES (Processo 4576/2014-04). Essa bolsa me deu todo o subsídio financeiro de que precisei. Durante meu estágio em Portugal, recebi a orientação e supervisão das Professoras Maria de Fátima Rodrigues Pereira de Pina e Denisa Mendonça.

A Profa Fátima Pina é engenheira cartógrafa e lidera o grupo de pesquisa Geoepidemiologia, que naquele momento era composto por 7 pesquisadores, a grande maioria deles, alunos de doutoramento. A Profa Denisa Mendonça é bioestatística e pertence ao departamento de Bioestatística do ISPUP – Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto, local em que realizei meu estágio. Durante o período em que lá estive, conheci e convivi com diversos pesquisadores e grupos de pesquisas o que ampliou muito meu conhecimento.

Em dezembro de 2014 apresentei os resultados da minha pesquisa no *WSC14 - The Winter Science Club* realizado na cidade do Porto pelo INEB - Instituto Nacional de Engenharia Biomédica. Em 2015 alguns resultados também foram apresentados no *I Encuentro de Estadística en Salud* em Santiago de Cali na Colômbia.

Sendo assim, este trabalho consiste na tese de doutorado intitulada "Fatores associados à gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, Brasil: análise espaço-temporal", apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde na Comunidade da Universidade de São Paulo. Essa tese resultará em quatro artigos científicos, dos quais um já está publicado, são eles:

1. "SPATIAL DISTRIBUTION OF PREGNANCY IN ADOLESCENCE AND ASSOCIATIONS WITH SOCIO-ECONOMIC AND SOCIAL RESPONSIBILITY INDICATORS: STATE OF MINAS GERAIS, SOUTHEAST OF BRAZIL", publicado em 2015 na Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia.

2. "EMPIRICAL AND FULLY BAYESIAN METHODS FOR IDENTIFYING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE ADOLESCENT PREGNANCY RATES IN A BRAZILIAN STATE", submetido em junho de 2015 à Revista Brasileira de Biometria e aguardando parecer.

3. "ÍNDICE MINEIRO DE RESPONSABILIDADE SOCIAL ASSOCIADO À GRAVIDEZ NA ADOLESCÊNCIA NAS MICRORREGIÕES DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL: UMA ANÁLISE BAYESIANA ESPAÇO-TEMPORAL", em breve será submetido aos Cadernos de Saúde Pública.

4. "DISTRIBUTION SPACE-TIME RISK PREGNANCY IN ADOLESCENCE IN MINAS GERAIS, BRAZIL, 2000-2010: GENERALIZED ADDITIVE MODEL", este artigo está sendo escrito em parceria com os professores da Universidade do Porto e ainda não foi definido para qual revista será submetido.

Diante do exposto apresento a pesquisa desenvolvida contemplando a introdução, objetivos, metodologia, resultados e discussões do estudo. Programas computacionais e resultados secundários estão no Apêndice.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

A adolescência é a fase do desenvolvimento de um ser humano marcado pela transição entre a infância e a vida adulta. Assim, a Organização Mundial de Saúde (OMS) define a adolescência como a segunda década da vida, dos 10 aos 19 anos. A adolescência é um processo primariamente biológico que transcende a área psicossocial, constituindo um período durante o qual se acelera o desenvolvimento cognitivo e a estruturação da personalidade, enquanto a puberdade é um fenômeno biológico marcado por modificações corporais resultante da ação hormonal, tanto em meninos como nas meninas (OSÓRIO, 1989).

É nessa fase da vida que o indivíduo não se dá conta de como é vulnerável, nem reconhece os comportamentos que envolvem riscos pessoais, deixando assim, de utilizar meios que possam protegê-lo. É nesse contexto que a gravidez inesperada e, às vezes, não desejada, passa a ser um problema relevante, tanto do ponto de vista social quanto de saúde. (BORUCHOVITCH, 1992; HENRIQUES-MUELLER e YUNES, 1993; CORREIA et al., 1999; GUIMARÃES, 2001).

Diversos estudos mostraram que existem vários fatores associados às causas e consequências de uma gravidez precoce, destacando-se os fatores sociais, econômicos, educacionais e comportamentais (CUNHA e MONTEIRO,1998; GAMA et al., 2002; CHALEM et al., 2007; NOGUEIRA et al., 2009). Filhos de mães adolescentes têm maior probabilidade de nascerem prematuros, com baixo peso para a idade gestacional (GAMA et al., 2002 ; COSTA et al., 2005), com anemia ferropriva e desproporção cefalopélvica (WONG, 1999) além de apresentarem, com maior frequência, complicações nutricionais e doenças infecciosas (HENRIQUES-MUELLER e YUNES, 1993). Estudos indicam que as complicações obstétricas decorrem principalmente da imaturidade biológica e do desenvolvimento incompleto da ossatura da pelve do útero (MARTINS et al., 2014).

No início do século XX, o casamento e a maternidade eram os papéis sociais claramente destinados às jovens. Até os anos de 1960, 80% das adolescentes já se encontravam casadas e a maioria delas possuía o desejo de ser mãe e aspiravam serem donas de casa por toda a vida (BERGER, 2000). Mudanças ocorridas na segunda metade deste século, com o advento da revolução sexual, o aparecimento dos anticoncepcionais orais e o movimento hippie, contribuíram para modificar e ampliar o papel social esperado para a juventude, incluindo períodos

mais prolongados para a realização dos estudos e posterior profissionalização. A liberalização sexual e o sexo pré-marital, fenômenos da época, também contribuíram para deslocar o momento do casamento para após o término dos estudos (MURARO, 1996; DADDORIAN, 2000).

Nas décadas de 80 e 90 ocorreu uma redução importante da fecundidade brasileira, observada em todas as regiões do país. Em 1960, a taxa de fecundidade no Brasil era de 6,2 filhos por mulher, em 1980, 4,1 filhos por mulher, em 2000, 2,4 filhos por mulher, e em 2010, 1,8 filhos por mulher (IBGE, 2015). Mesmo assim, existe no Brasil um aumento no número de nascimentos de mães adolescentes. Segundo dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE, em 1991, 32,5% dos primeiros nascimentos estavam concentrados nas mães com idade entre 10 e 19 anos. Já em 2000, esta concentração superou os 38%.

Essas observações podem ser melhor percebidas estudando o número de partos realizados no Brasil. Segundo dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos - SINASC (2015), na faixa etária dos 10 aos 14 anos, no ano de 2010 foram registrados, em números absolutos, 27.049 nascidos vivos enquanto que, em 2013, foram registrados 27.989, ou seja, um aumento de aproximadamente 3,5% de nascidos vivos para essa faixa etária tão precoce. Na faixa etária dos 15 aos 19 anos, em 2010 e 2013 foram registrados, em números absolutos, respectivamente, 525.581 e 532.002, um aumento de 1,2%. Apesar do declínio da taxa de fecundidade registrada no Brasil, ainda permaneceu o crescimento da fecundidade na adolescência. O que é mais preocupante é que a faixa etária que mais cresce, quando se refere à gravidez adolescente, são as mais jovens. Este fenômeno é conhecido como rejuvenescimento da fecundidade e tem justificado a grande preocupação dos profissionais de saúde com a gravidez na adolescência (GUIMARÃES, 2001).

As adolescentes mais jovens, de 10 a 14 anos, em geral, devido à menor idade, ainda possuem pensamento abstrato incipiente, o que faz com que sejam mais vulneráveis, se expondo a riscos sem prever consequências (TEIXEIRA e TAQUETTE, 2010). Alguns estudos descrevem que a vulnerabilidade das adolescentes mais jovens se dá pela baixa idade no início da atividade sexual e o fato de serem provenientes de famílias pobres e vítimas de abuso físico e sexual (TAQUETTE et al., 2004).

A gravidez precoce nem sempre é percebida pela adolescente como um problema (LIMA et al., 2004). Alguns estudos mostraram que cerca de 40% das adolescentes gestantes desejavam naturalmente engravidar (BRUNO e BAILEY, 1998). Na pesquisa realizada por Cotes et al. (2004), 87% das adolescentes entrevistadas disseram ter um conhecimento sobre os métodos contraceptivos, mas 70% delas não usaram nenhum método em sua primeira relação sexual. A gravidez nessa etapa da vida pode ter vários significados do ponto de vista pessoal: um projeto de vida, conquista de novos valores sociais, afirmação de identidade e mudança de status social (HEILBORN, 1998). A carência de afeto em seu meio familiar muitas vezes as leva à maternidade, sendo o filho, o depositário de muitas expectativas, percebido como alguém que não vai abandoná-las, que poderá ter o que eventualmente não tiveram, como carinho, proteção, estudo, família e esperança de uma vida melhor (DADDORIAN, 2000).

A consequência de uma gravidez não planejada será quase sempre o comprometimento do futuro da adolescente, e muitas vezes, resultará em aborto ou em uma gravidez conturbada (PAIXÃO, 2003). O aborto coloca-se como uma escolha possível entre as adolescentes de classe média e alta. Para as adolescentes de situação de rua ou de classes mais pobres, a maternidade não é uma questão de escolha, condição essa que as colocam como agentes de uma situação que se transforma em questão de saúde pública (MONTANARI et al., 1999).

Um outro ponto importante é a repetição de uma nova gestação ainda na adolescência de 20%, ou seja, uma em cada cinco jovens ficarão novamente grávidas ainda na adolescência (BENNETT et al., 1997), mostrando que nem a vivência da gestação e suas consequências são efetivas para o desenvolvimento de um comportamento sexual responsável, capaz de romper um círculo vicioso.

Em relação à situação domiciliar, Bennett et al (1997) verificaram que a ocorrência de gravidez dos 15 aos 19 anos de idade é maior na área rural do que nas áreas urbanas, onde de maneira geral, há mais acesso à educação e à informação. Similarmente, no estudo de Camarano (1998) observou-se um aumento na fecundidade entre jovens da zona rural comparado com as da zona urbana, sendo que a maioria dos nascidos vivos ocorre entre mulheres solteiras.

Um fator que também influência na idade do início da vida sexual e consequentemente em uma gravidez adolescente, é o tipo de religião adotado pela adolescente e a frequência regular às cerimônias religiosas. Na pesquisa realizada pela BEMFRAM/MACRO (1997) mostrou que cerca de 56% das adolescentes que tiveram experiências sexuais e pré-maritais não frequentavam cerimônias religiosas. E no estudo de Hogan (2000) constatou que as adolescentes que moram com os pais, que possuem nível educacional mais alto e que frequentam cerimônias religiosas tendem a adiar o primeiro coito. Além disso, usam com mais frequência métodos anticoncepcionais.

Inúmeros estudos têm procurado demonstrar que as complicações obstétricas e perinatais não estão relacionadas apenas com a idade materna, mas a sua associação com fatores socioeconômicos que influenciariam negativamente nesses resultados. Quando se controlam essas variáveis, observa-se que não há diferença entre as adolescentes mais velhas e as mulheres adultas (BERENSON et al., 1997; SCHOLL et al., 1994).

Os efeitos das características da vizinhança influenciam comportamentos, atitudes, valores e oportunidades, componentes dos modelos ecológicos, que veem as pessoas no contexto de diversos ambientes ou sistemas ecológicos em que elas residem – família, relacionamentos, vizinhança, comunidade e instituições como a escola e o local de trabalho. Esses modelos são baseados na premissa de que os indivíduos não podem ser estudados sem considerar os vários sistemas ecológicos em que eles vivem (BROOKS-GUNN et al., 1993). As pessoas vivem agrupadas geograficamente e a análise que incorpora a estrutura dos grupos permite captar comportamentos e valores (SUSSER, 1994).

Na literatura em saúde uma grande quantidade de pesquisas faz uso de modelos ecológicos que se baseiam a partir do modelo formulado por Bronfenbrenner (1977) sobre a ecologia do desenvolvimento humano. Bronfenbrenner, no final da década de 70, expôs ao campo científico importantes premissas para o desenvolvimento e planejamento de pesquisas em ambientes naturais. Ele fez uma crítica ao modo então tradicional de se estudar o desenvolvimento humano. Para ele, essas investigações focalizavam, somente, a pessoa em desenvolvimento dentro de ambiente restrito e estático, sem a devida

consideração das múltiplas influências em que os sujeitos viviam (BRONFENBRENNER, 1977).

Bronfenbrenner delineou um modelo teórico que pode ser visto como um conjunto de sistemas hierárquicos, em que o maior engloba o menor, fazendo uma analogia do seu modelo com as tradicionais bonecas russas (*matroschka*). Segundo Bronfenbrenner, a pesquisa ecológica deve conter dados relativos ao maior número de sistemas dos quais a pessoa em estudo esteja inserida. Desta maneira, a abordagem ecológica do desenvolvimento humano privilegia estudos longitudinais, com destaque para instrumentos que viabilizem a descrição e compreensão dos sistemas de maneira mais contextualizada possível. Um estudo terá características ecológicas se durante a realização da pesquisa e na discussão dos resultados os aspectos relativos aos sistemas e suas possíveis influências não forem ignorados.

Os estudos ecológicos usam os indicadores sociais para a identificação de regiões de sobre risco em relação à média global do processo estudado e busca fatores potencialmente explicativos dos diferenciais de incidência encontrados, seja em uma análise exploratória, ou mapeando doenças, ou na busca de modelos, identificando diferenças de risco e apontando medidas preventivas (ELLIOTT et al., 2001).

De maneira geral, os estudos ecológicos são definidos como aqueles em que a unidade de análise são observações agregadas ou agrupadas, ao invés de indivíduos (LAST, 2001). O objetivo dos estudos ecológicos é fornecer informações sobre a associação entre potenciais fatores de risco e a incidência observada de uma doença ou um evento de interesse medido em grupos. Considerando que estes grupos se encontram geralmente definido por áreas geográficas, métodos estatísticos espaciais são muito úteis para esta finalidade.

Estudos ecológicos com abordagem espacial têm sido objeto de vários estudos conduzidos no Brasil, devido a sua relevância para a saúde pública. Em 2005, Nogueira et al. (2009) conduziram um estudo sobre a análise da distribuição espacial da gravidez adolescente no município de Belo Horizonte. Estes autores constataram a presença de conglomerados com altas proporções de mães adolescentes em associação com as piores condições socioeconômicas.

Em 2007, para o estado de São Paulo, Martinez et al. (2011) realizaram um estudo ecológico com análise espacial sobre a gravidez na adolescência e características socioeconômicas dos municípios. Este estudo evidênciou que a ocorrência de gravidez precoce é maior nos municípios de menor tamanho populacional, menor PIB per capita, menor índice de desenvolvimento humano e maior proporção de pobreza.

Martins et al. (2014) realizaram no ano de 2008 um estudo ecológico com enfoque espacial para as microrregiões de saúde do estado do Mato Grosso do Sul e verificaram que a fecundidade em mulheres adolescentes é maior nas microrregiões com piores indicadores de escolaridade e desenvolvimento socioeconômico.

Embora os estudos ecológicos com abordagem espacial vem sendo muito utilizado, no ano de 2014 foi publicado um suplemento especial na revista Cadernos de Saúde Pública sobre o projeto Nascer no Brasil. Esse suplemento traz temas que envolvem a mortalidade materna, assistência pré-natal, o tipo de parto entre as adolescentes, o cálculo da idade gestacional, parturientes e recém-nascidos de risco, dentre outros assuntos, que mostram o cenário atual do Brasil em relação aos nascimentos. Porém, nesse suplemento não existem referências sobre a gravidez na adolescência e o espaço geográfico.

Métodos de estatística espacial têm sido amplamente usados em estudos de saúde para descrever a distribuição espacial da ocorrência de doenças e outros eventos de interesse (WALLER e GOTWAY, 2004; LAWSON, 2013). Estes métodos basicamente consideram dois tipos de dados (ELLIOT e WATENBERG, 2004). Dados pontuais são dados geograficamente indexados, representando a localização espacial exata da ocorrência do evento de interesse. Esses pontos podem ser representados, por exemplo, como pares de coordenadas geográficas (latitude e longitude). Dados de área são definidos como dados de uma região espacial, como uma comunidade, município, setor censitário ou área de cobertura de um distrito de saúde. Muitos modelos estatísticos para dados de área contínuos ou discretos incluem o efeito aleatório com uma estrutura condicional para a vizinhança (BAILEY, 2001; CARVALHO e SOUZA-SANTOS, 2005). O ajuste desses modelos são usualmente baseados em estimação bayesiana incluindo distribuição a *priori* condicional autoregressiva (CAR).

Os modelos bayesianos são ferramentas bastante úteis para a detecção de padrões espaciais e temporais da incidência de doenças, seus resultados são apresentados por meio de mapas suavizados, construídos a partir das taxas ajustadas, obtidas do conhecimento da taxa de cada área com as taxas das áreas vizinhas (CASTRO et al., 2004).

Muitas técnicas de modelagem espacial são desenvolvidas dentro de uma abordagem bayesiana devido a sua flexibilidade na estruturação de modelos mais complicados e a facilidade de análise (VALVERDE e JOVANIS, 2006). A estimativa dos parâmetros dos modelos baseados na distribuição CAR e suas generalizações podem ser difíceis de serem obtidas quando se utiliza métodos de inferência frequentista, devido a complexidade da função de verossimilhança (MARTINEZ e ACHCAR, 2014). Neste caso, métodos bayesianos fornecem uma alternativa conveniente para modelos com essa estrutura. Em estudos epidemiológicos que tentam explicar a associação entre a taxa do evento de interesse junto ao espaço geográfico em que o evento ocorre, os resultados da análise bayesiana são comumente apresentados em mapas suavizados (CASTRO et al., 2004). Estes mapas são construídos a partir de taxas suavizadas, que são obtidos através da combinação do conhecimento sobre as taxas de cada área geográfica e as taxas nas áreas vizinhas. Neste contexto, métodos empíricos e totalmente bayesianos usam informações de outras regiões que compreendem a área do estudo para reduzir os efeitos das flutuações aleatórias que não estão associados com o risco do evento de interesse (ASSUNÇÃO et al., 1998). Sendo assim, os mapas resultantes são suavizados e mais informativos.

Capítulo 2

OBJETIVOS

2.1 Objetivo 1

Descrever a distribuição espacial do percentual de nascidos vivos de mães adolescentes nos 853 municípios mineiros, considerando a razão entre o número de nascidos vivos de mães adolescentes e o número total de nascidos vivos em cada município para o ano de 2010 e associá-la com as variáveis: Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), Índice de Desenvolvimento do SUS (IDSUS), Índice de GINI, PIB per capita, Tamanho populacional e Percentual de beneficiários do Programa Bolsa Família.

2.2 Objetivo 2

Descrever a distribuição espaço-temporal do percentual de nascidos vivos de mães adolescentes nas 66 microrregiões que compõem o estado de Minas Gerais, considerando a razão entre o número de nascidos vivos de mães adolescentes e o número total de nascidos vivos em cada microrregião para os anos de 2000 a 2010 e associá-la com o Índice Mineiro de Responsabilidade Social – IMRS.

2.3 Objetivo 3

Descrever a distribuição espaço-temporal da incidência de nascidos vivos de mães adolescentes nos 853 municípios do estado de Minas Gerais, considerando a razão de nascidos vivos de mães adolescentes e a população feminina dos 10 aos 19 anos, e assim calcular o risco de uma adolescente se tornar mãe antes dos 19 anos, para o período de 2000 a 2010.

Capítulo 3

METODOLOGIA

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo ecológico.

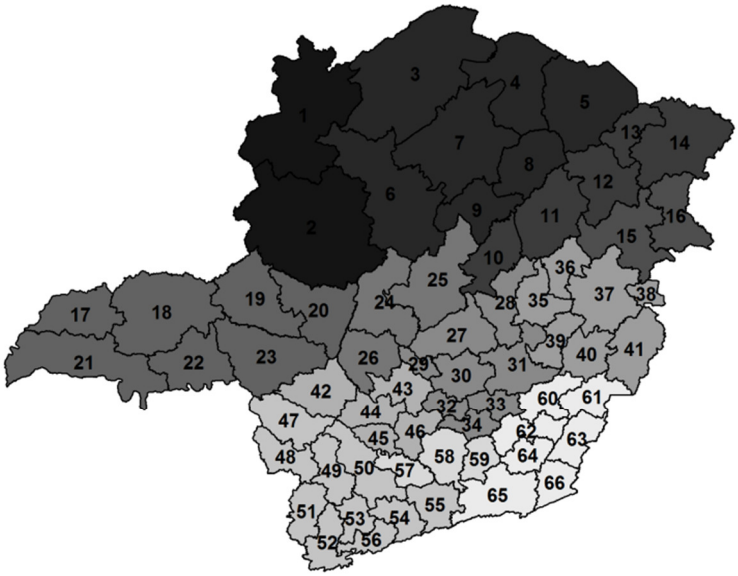
3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estado de Minas Gerais é o quarto maior em extensão territorial e o segundo mais populoso do Brasil, com quase 20 milhões de habitantes. É composto por 853 municípios, 66 microrregiões e 12 mesorregiões, conforme apresentado na Figura 3.1 e Figura 3.2. É a unidade de federação brasileira com o maior número de municípios e devido a sua desigualdade social entre o norte e sul é o estado que melhor representa o país. Localiza-se no Sudeste do país e limita-se com os estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia e uma pequena divisa com o Distrito Federal.

Figura 3.1 - Localização do estado de Minas Gerais.

Embora a crença popular afirme que há uma identidade e unidade cultural do mineiro, há uma imensa desigualdade cultural, econômica e social entre as regiões do estado de Minas Gerais (BEATO, 1998). Usando dados do Censo Demográfico de 2000, Hoffmann e Simão (2005) mostraram que o rendimento domiciliar per capita médio na mesorregião do Jequitinhonha, a mais pobre do estado, é inferior a um terço do seu valor na região metropolitana de Belo Horizonte. Este mesmo estudo mostrou que o rendimento médio de todos os trabalhos por pessoa ocupada, excluindo as pessoas sem rendimento, na mesorregião Jequitinhonha, corresponde a 43% do seu valor na região metropolitana de Belo Horizonte, onde a escolaridade média das pessoas ocupadas é 7,9 anos, enquanto na mesorregião mais pobre é apenas 4,8 anos. Embora o estado tenha adotado políticas de distribuição de recursos tributários visando à equidade social (MARANDUBA, 2009), as desigualdades econômicas visíveis entre as regiões parecem distante de um significativo declínio.

Assim, o estado de Minas Gerais é de grande interesse em estudos que identificam as relações entre as assimetrias dos indicadores sócio econômico e ambientais em relação a eventos associados à saúde coletiva.



Noroeste de Minas
1. Unaí
2. Paracatu

Norte de Minas
3. Januária
4. Janaúba
5. Salinas
6. Pirapora
7. Montes Claros
8. Grão Mogol
9. Bocaiúva

Jequitinhonha
10. Diamantina
11. Capelinha
12. Araçuaí
13. Pedra Azul
14. Almenara

Vale do Mucuri
15. Teófilo Otoni
16. Nanuque

Triangulo Mineiro e Alto Paranaiba
17. Ituiutaba
18. Uberlândia
19. Patrocínio
20. Patos de Minas
21. Frutal
22. Uberaba
23. Araxá

Central Mineira
24. Três Marias
25. Curvelo
26. Bom Despacho

Metropolitana de Belo Horizonte
27. Sete Lagoas
28. Conceição do Mato
29. Pará de Minas
30. Belo Horizonte
31. Itabira
32. Itaguara
33. Ouro Preto
34. Conselheiro Lafaiete

Vale do Rio Doce
35. Guanhães
36. Peçanha
37. Governador Valadares
38. Mantena
39. Ipatinga
40. Caratinga
41. Aimorés

Oeste de Minas
42. Piumhi
43. Divinópolis
44. Formiga
45. Campo Belo
46. Oliveira

Sul e Sudoeste de Minas
47. Passos
48. São Sebastião do Paraíso
49. Alfenas
50. Varginha
51. Poços de Caldas
52. Pouso Alegre
53. Santa Rita do Sapucaí
54. São Lourenço
55. Andrelândia
56. Itajubá

Campo das Vertentes
57. Lavras
58. São João del Rei
59. Barbacena

Zona da Mata
60. Ponte Nova
61. Manhuaçu
62. Viçosa
63. Muriaé
64. Ubá
65. Juiz de Fora
66. Cataguases

Figura 3.2 - Estado de Minas Gerais dividido em 66 microrregiões e separado pelas 12 mesorregiões.

3.3 PERÍODO

Os dados compreendem o período de 2000 a 2010. Períodos posteriores a 2010 não puderam ser incluídos no estudo, pois não foram disponibilizados e validados nos respectivos sistemas de informações durante o decorrer do estudo.

3.4 INDICADORES E FONTES DOS DADOS

Neste trabalho usamos como unidade de análise os 853 municípios e as 66 microrregiões do estado de Minas Gerais. Os percentuais de gravidez na adolescência foram obtidos segundo a razão do número de nascidos vivos de mães de 10 a 19 anos e o número total de nascidos vivos em cada município e em cada microrregião de Minas Gerais nos anos de 2000-2010. A taxa de incidência de nascidos vivos de mães adolescentes foram obtidos segundo a razão do número de nascidos vivos de mães de 10 a 19 anos e o número de mulheres adolescentes (10 a 19 anos) em cada município de Minas Gerais nos anos de 2000-2010. As informações sobre os Nascidos Vivos foram obtidas no site do SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos) do Sistema de Informações do Ministério da Saúde do Brasil – DATASUS (www2.datasus.gov.br). As informações referentes ao número de mulheres de 10 a 19 anos em cada município foram obtidas no site do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Foi utilizado o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e suas dimensões: Assistência Social, Cultura, Educação, Esporte e Turismo, Finanças Municipais, Saneamento, Renda, Saúde e Segurança Pública. O IMRS foi criado pela Fundação João Pinheiro (FJP) e visa detectar o nível de desenvolvimento dos 853 municípios mineiros com relação à educação, saúde, segurança pública, emprego e renda, demografia, gestão, habitação, infraestrutura e meio ambiente, cultura, lazer e desporto. Para obtenção do IMRS, os indicadores são transformados em índices que variam de 0 a 1, como resultado da razão entre o pior valor observado e a amplitude total entre o melhor valor e o pior valor observado no período em análise. O índice de cada tema é obtido pela média ponderada dos

seus componentes, bem como as dimensões também terão sua ponderação como componentes do IMRS. Os dados estão disponíveis na página da Fundação João Pinheiro (www.fjp.mg.gov.br). As dimensões e temas que compõe os domínios do IMRS e suas respectivas variáveis podem ser visualizadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Dimensões do IMRS e as respectivas variáveis utilizadas pela Fundação João Pinheiro para compor o Índice Mineiro de Responsabilidade Social.

Dimensões do IMRS	**Variáveis**
Educação	Nível de escolaridade da população
	Acesso ao ensino fundamental e médio
	Qualidade do ensino
	Esforço de gestão
Renda e Emprego	Renda das famílias
	Potencial do setor produtivo
	Esforço de gestão
Segurança Pública	Criminalidade
	Recursos humanos e institucionais
	Fluxo e produtividade do sistema
	Esforço de gestão
Finanças Municipais	Potencial econômico e tributário
	Esforço e responsabilidade da gestão
	Gestão fiscal
Cultura e Esporte	Disponibilidade e utilização de equipamentos
	Gestão e proteção do patrimônio histórico
	Participação em programas governamentais
	Esforço de gestão
Saúde	Estado de saúde
	Acesso e utilização dos serviços
	Responsabilidade da gestão municipal no controle de Doenças de notificação obrigatória
	Esforço de gestão
Meio Ambiente e Habitação	Cobertura vegetal e áreas protegidas
	Acesso e utilização dos serviços
	Gestão ambiental
	Esforço de gestão
Assistência Social	Número de Centros de Referência da Assistência Social (CRAS) cadastrados
	Total de famílias com perfil Cadastro Único
	Adequação do número de CRAS existentes em relação ao previsto segundo porte de famílias cadastradas
	Proporção do número de CRAS em relação ao número de famílias com perfil Cadastro Único

Foi também utilizado o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) e suas dimensões : Educação, Longevidade e Renda. O IDH-M é derivado do IDH utilizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Este índice é composto por indicadores capazes de influenciar a qualidade de vida dos moradores de um município, sendo calculado pela média aritmética de três componentes: educação, longevidade e renda. A componente educação considera o índice de analfabetismo do município e a taxa de matrícula em todos os níveis de ensino. A componente longevidade é baseada na expectativa de vida ao nascer, enquanto a componente renda é dada pelo PIB do município, corrigido pelo poder de compra da moeda local. Uma lista contendo o IDH-M para os municípios brasileiros, relativo ao ano 2010, é disponível na página eletrônica do PNUD (www.pnud.org.br). O IDH-M e seus componentes são padronizados em uma escala de 0 a 1, sendo que valores grandes são indicativos de maior desenvolvimento.

Outro índice utilizado neste estudo é o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM) e suas dimensões: Emprego e Renda, Educação e Saúde. O IFDM tem como objetivo monitorar anualmente o desenvolvimento socioeconômico de uma região, considerando as diferentes realidades por meio de valores por município. O IFDM contempla três esferas: Emprego e Renda, Educação e Saúde, todas com peso igual no cálculo para determinação do índice de desenvolvimento dos municípios brasileiros. O índice Firjan varia de 0 a 1, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior será o nível de desenvolvimento da localidade, o que é possível a comparação entre municípios ao longo do tempo. Os dados estão disponíveis na página eletrônica (www.firjan.org.br/ifdm).

Foi também utilizado o Índice de Desenvolvimento do SUS (IDSUS) e suas dimensões: Acesso e Efetividade. O IDSUS avalia o desempenho do SUS (universalidade do acesso, integralidade da atenção, regionalização e hierarquização) nos municípios, regiões, estados e no Brasil. Mede as dificuldades do acesso e a efetividade dos resultados segundo as melhores respostas esperadas. As notas variam de 0 a 10 e quanto maior, melhor será o desenvolvimento do SUS naquela região. O IDSUS foi obtido da página (idsus.saude.gov.br).

Os dados relativos ao tamanho da população (em número de habitantes, segundo censo demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE), o Produto Interno Bruto (PIB) per capita (dados de 2010, em reais), o Índice de GINI (uma medida do grau de concentração de renda, seus valores variam de zero a um, este último valor corresponde à desigualdade máxima) foram obtidos da página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (www.ibge.gov.br).

O percentual de famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família (% Bolsa Família) do governo brasileiro foi obtido do Programa Nacional de Melhoria do Acesso e da Qualidade da Atenção Básica (PMAQ-AB) do Departamento de Atenção Básica (DAB) que integra a Secretaria de Atenção à Saúde, acesso pelo site: dab.saude.gov.br/sistemas/pmaq/estratos_para_certificacao.php. O Programa Bolsa Família integra o Plano Brasil Sem Miséria que beneficia famílias em situação de pobreza e de extrema pobreza em todo o país por meio de transferência direta de valores.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados se deu com a finalidade de atender a cada um dos objetivos propostos, sendo assim a subseção 3.5.1 - Modelo Bayesiano Espacial, foi desenvolvido com a finalidade de atender ao Objetivo 1. A subseção 3.5.2 - Modelo Bayesiano Espaço-Temporal, responde ao Objetivo 2 e a subseção 3.5.3 – Modelo Aditivo Generalizado, atende ao terceiro objetivo.

3.5.1 Modelo Bayesiano Espacial

A análise estatística dos dados baseou-se em Martinez et al (2011) e considerou que, para o município i, Y_i é a contagem de nascidos vivos de mães adolescentes, N_i é o número total de nascidos vivos e θ_i é o percentual de gravidezes na adolescência. Assim, o modelo estatístico considera que Y_i é uma variável aleatória que segue uma distribuição binomial com probabilidade θ_i em N_i ensaios independentes. Formalmente escrevemos:

$$Y_i \mid N_i, \theta_i \sim Binomial(N_i, \theta_i), \quad i = 1,...,M,$$

onde M = 853 é o número de municípios. Consideramos N_i conhecido e θ_i um parâmetro a ser estimado pelo modelo. Assumindo uma função de ligação logito entre os percentuais de gravidez na adolescência θ_i e uma observação x_i da variável quantitativa X, temos:

$$\theta_i = \frac{\exp[\alpha + \beta(x_i - \bar{x}) + \gamma_i]}{1 + \exp[\alpha + \beta(x_i - \bar{x}) + \gamma_i]},$$

Em que $\bar{x}$ é a média aritmética das observações x_1, x_2, ..., x_{853}, α e β são parâmetros desconhecidos (efeitos fixos) e γ_i é um efeito aleatório associado ao i-ésimo município. Na análise totalmente bayesiana, considera-se que γ_i assume uma distribuição *a priori* espacial que permite que as correlações entre as áreas próximas no espaço sejam maiores. A distribuição espacial aqui adotada segue uma estrutura condicional autoregressiva (CAR) (BESAG e KOOPERBERG, 1995) escrita na forma:

$$\gamma_i \left| \{\gamma_j, i \neq j, j \in A^*(i)\}, \sigma_\gamma^2 \sim N\left(\bar{\eta}_i, \frac{\sigma_\gamma^2}{n_i}\right),\right.$$

em que $A^*(i)$ denota o conjunto dos municípios vizinhos ao município i, $\bar{\eta}_i$ é a média dos efeitos aleatórios γ_j associados aos municípios vizinhos ao município i, n_i corresponde ao número de municípios que são vizinhos ao município i, σ_γ^2 é a variância da distribuição e $N(a,b)$ genericamente denota uma distribuição normal com média a e variância b. O critério utilizado para a definição de vizinhança foi a de adjacência, onde municípios que fazem fronteira uns com os outros foram considerados vizinhos.

Para o ajuste do modelo, foi utilizado o módulo GeoBUGS (THOMAS et al., 2004) do programa computacional WinBUGS (LUNN et al., 2000). Assumimos que o efeito fixo α segue uma distribuição a priori tipo "*flat*" imprópria, definida sobre todo o conjunto dos números reais, e o efeito fixo β segue uma distribuição normal não informativa, com média igual a 0 e variância igual a 1000. E ainda, assumimos que a variância σ_γ^2 segue *a priori* uma distribuição gama inversa, expressa por σ_γ^{-2} ~ *Gama* (0,5;0,0005), conforme recomendação de Thomas et al. (2004).

Consideraremos que estas distribuições *a priori* são, entre si, independentes. Neste modelo, as distribuições condicionais *a posteriori* possuem alguma complexidade em suas formas, o que exige o uso de métodos computacionalmente intensivos para a simulação de amostras destas distribuições. Utilizamos o algoritmo Monte Carlo em Cadeias de Markov (MCMC) para a obtenção de amostras destas distribuições. Foram geradas 100.000 amostras de cada parâmetro de interesse, após descartar as 10.000 primeiras amostras para evitar algum efeito dos valores iniciais (*burn-in samples*). Para evitar correlações entre amostras sucessivamente geradas, utilizou-se para as inferências saltos tamanho 100. Para comparar se modelos que incluem os efeitos aleatórios γ_j para descrever a estrutura espacial são melhores que aqueles sem os efeitos γ_j, utilizou-se o critério DIC (*Deviance Information Criterion*) (SPIEGELHALTER et al., 2002). Esse critério estabelece que modelos com menores valores de DIC são aqueles com melhor ajuste aos dados.

Foi também calculado as estimativas pelo método Bayesiano Empírico (Local e Global). O cálculo baseou-se no artigo de Marshall (1991), que denota por θ_i a estimativa Bayesiana Empírica de certa área, por $p_i = Y_i / N_i$ a taxa bruta dessa área por m a taxa média de todas as áreas. Assim podemos escrever,

$$\theta_i = m + c_i (p_i - m), \text{ para } i = 1,...., M.$$

em que o valor de c_i está entre 0 e 1 e representa o peso dado à diferença entre a taxa bruta da área e a taxa média de todas as áreas. O cálculo de c_i leva em conta o tamanho da população da área. Quando a população for relativamente grande, o valor de c_i é próximo de 1, tornando a estimativa θ_i muito próxima da taxa bruta, que, nessa área, não sofre o problema da instabilidade. Quando a população de um dado município i é pequena, o valor de c_i decresce, dando pouco peso à diferença entre x_i e m e tornando a estimativa θ mais próxima da taxa média de todas as áreas. Desta forma, se a população do município é pequena, a informação contida na taxa média tem peso maior na estimativa Bayesiana Empírica. A expressão para θ_i também pode ser escrita da seguinte forma,

$$\theta_i = c_i x_i + (1-c_i)m, \text{ para } i = 1,...,M,$$

em que a estimativa de θ_i é a média entre a taxa bruta dos municípios e a taxa média de todos os municípios i, ponderada pelo valor c_i. O estimador Bayesiano Empírico, que utiliza como valor de m a taxa média de todas as áreas em estudo, é

denominado estimador Bayesiano Empírico Global. O Bayesiano Empírico Global calcula uma média ponderada entre a taxa bruta da localidade e a taxa global da região. Por sua vez, o estimador Bayesiano Empírico Local inclui o efeito espacial, calculando a estimativa localmente, utilizando somente os vizinhos que compartilham a mesma fronteira da área em que se deseja estimar a taxa, convergindo em direção a uma média local ao invés de uma média global. Os estimadores Bayesiano Empírico Global e Local foram calculados no *software* TerraView 4.2.2 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Para uma visual comparação entre as abordagens, foram gerados gráficos que descrevem o comportamento sequencial das estimativas geradas, tendo como referência para todos os gráficos a ordem crescente das taxas brutas dos municípios (SILVA et al., 2011).

3.5.2 Modelo Bayesiano Espaço-temporal

Na análise estatística dos dados consideramos que, para a microrregião i e para cada ano da série analisada j, Y_{ij} é a contagem de nascimentos de mães adolescentes em cada microrregião e em cada ano, N_{ij} é o número total de nascidos vivos em cada microrregião e em cada ano e θ_{ij} é o percentual de gravidezes na adolescência em cada microrregião e em cada ano. Assim, o modelo estatístico considera que Y_{ij} é uma variável aleatória que segue uma distribuição binomial com probabilidade θ_{ij} em N_{ij} ensaios independentes. Formalmente, o modelo estatístico foi escrito na forma:

$$Y_{ij} \mid N_{ij}, \theta_{ij} \sim Binomial(N_{ij}, \theta_{ij}), \quad i = 1,...,M \text{ e } j = 1, ...,T.$$

onde M = 66 é o número de microrregiões, T = 11 é o número de tempo entre os anos 2000 a 2010, N_{ij} é considerado conhecido e θ_{ij} é um parâmetro a ser estimado pelo modelo. Será assumida uma função de ligação logito entre os percentuais de gravidez na adolescência θ_{ij} e uma observação x_i da variável quantitativa X, escrita na forma:

$$\theta_{ij} = \frac{\exp\left[\beta_{0j} + \gamma_i + \omega_{ij} + \beta_j\left(x_i - \bar{x}\right)\right]}{1 + \exp\left[\beta_{0j} + \gamma_i + \omega_{ij} + \beta_j\left(x_i - \bar{x}\right)\right]},$$

onde $\bar{x}$ é a média aritmética das observações x_1, x_2, ..., x_{66}, β_{0j} e β_j são parâmetros desconhecidos (efeitos fixos) e γ_i é um efeito aleatório associado a *i*-ésima microrregião. Na análise bayesiana, considera-se que γ_i assume uma distribuição a *priori* espacial que permite que as correlações entre as áreas próximas no espaço sejam maiores. A distribuição espacial aqui adotada seguirá uma estrutura CAR tal que:

$$\gamma_i \left| \{\gamma_j, i \neq j, j \in A^*(i)\}, \sigma_\gamma^2 \sim N\left(\bar{\eta}_i, \frac{\sigma_\gamma^2}{n_i}\right),\right.$$

onde $A^*(i)$ denota o conjunto das microrregiões vizinhas à microrregião *i*, $\bar{\eta}_i$ é a média dos efeitos aleatórios γ_j associadas as microrregiões vizinhas à microrregião *i*, n_i corresponde ao número das microrregiões que são vizinhas à microrregião *i*, σ_γ^2 é a variância da distribuição e *N*(*a*,*b*) genericamente denota uma distribuição normal com média *a* e variância *b*. O critério utilizado para a definição de vizinhança é a de adjacência, onde áreas que fazem fronteira umas com as outras são consideradas vizinhas. Utilizamos métodos de simulação estocástica baseados em métodos MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*), com a utilização do módulo GeoBUGS (THOMAS et al, 2004) do *software* WinBUGS (*Win Bayesian inference Using Gibbs Sampling*).

Assumiu-se que o efeito fixo β_{0j} segue uma distribuição a *priori* tipo "*flat*" imprópria, definida sobre todo o conjunto dos números reais, e o efeito fixo β segue uma distribuição normal não informativa, com média igual a 0 e variância igual a 1000. O uso da distribuição normal para a especificação destas distribuições a *priori* é justificado por diversos autores (ASSUNÇÃO et al.,1998 ; BERNADINELLI et al.,1995). E ainda, assumiu-se que a variância σ_γ^2 segue a *priori* uma distribuição gama inversa, expressa por σ_γ^{-2} ~ *Gama*(0,5;0,0005), conforme recomendação da literatura (THOMAS et al., 2004). E para ω_{ij} foi considerada uma distribuição a *priori* normal multivariada, dada por

$$\omega_{ij} \sim NM\left(\begin{bmatrix}0\\0\\\vdots\\0\end{bmatrix}, \theta_1 \begin{bmatrix}1 & \exp(-\theta_2) & \cdots & \exp(-10\theta_2)\\ \exp(-\theta_2) & 1 & \cdots & \exp(-9\theta_2)\\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots\\ \exp(-10\theta_2) & \exp(-9\theta_2) & \cdots & 1\end{bmatrix}\right),$$

para i = 1,...,66, $\theta_1 > 0$ e $\theta_2 > 0$. Assim, as covariâncias dos parâmetros ω_{ij} são genericamente escritas na forma

$$cov(\beta_{ij}, \beta_{ik}) = \theta_1 \exp(-\theta_2 |j - k|),$$

para j = 1,...,11 e k = 1,...,11. Para maiores informações sobre o uso desta estrutura de variâncias, ver Brascum et al. (2008). Atribuiu-se a *priori* aos parâmetros θ_1 e θ_2 distribuições Uniforme (U), ou seja, $\theta_1 \sim U(0;50)$ e $\theta_2 \sim U(0;50)$.

Considerou-se que estas distribuições *a priori* são, entre si, independentes. Dado que, neste modelo, as distribuições condicionais a *posteriori* possuem alguma complexidade em suas formas, métodos computacionalmente intensivos foram utilizados para a simulação de amostras destas distribuições. Foram geradas 30.000 amostras de cada parâmetro de interesse, sendo descartadas as 1.000 primeiras amostras para evitar algum efeito dos valores iniciais (*burn-in samples*). Para verificar o ajuste dos modelos utilizou-se o critério *DIC* (*Deviance Information Criterion*) (SPIEGELHALTER et al., 2002). Este critério estabelece que modelos que apresentam menores valores de *DIC* são aqueles com o melhor ajuste aos dados. Foi gerado um modelo para cada covariável, ou seja, para cada dimensão do IMRS. Não foi possível a inserção das covariáveis em um modelo único devido a forte colinearidade entre elas.

3.5.3 Modelo Aditivo Generalizado (GAM)

Foi realizada uma análise espaço-temporal para os dados utilizando um Modelo Aditivo Generalizado (GAM – *Generalized Additive Model*) (HASTIE e TIBSHIRANI, 1990). Os GAMs são uma extensão dos modelos lineares generalizados (GLM – *Generalized Linear Model*) (MCCULLAGH e NELDER, 1989). No GAM, o valor esperado da variável aleatória Y é dada de forma geral por:

$$E(Y \mid x_1, \dots, x_k) = g^{-1}\left[\alpha + \sum_{j=1}^{k} S_j(x_j)\right]$$

onde α é o intercepto, $S_j(x_j)$ são funções *smooth* das k covariáveis e g(.) é a função de ligação definida pela relação linear entre a variável resposta Y e o preditor aditivo. A variável resposta Y poderá assumir distribuições de probabilidade de acordo com

a ampla família de distribuições de probabilidade estatística. Pode ser encontrado mais detalhes teóricos sobre o método GAM em Hastie e Tibshirani (1990) e Wood (2006).

Nesse caso, assumiu-se

$$E[Y(m,t)|\, w_m, z_m] = g^{-1}\{\alpha + S_1\,(w_m, z_m) + S_2(t[k=11]) + o[\ln h(m,t)]\}$$

onde $o[\ln h(m,t)]$ é uma variável *offset* aplicada o logaritmo natural do número padronizado de nascidos vivos de mães adolescentes em cada município e em cada ano. Considerando a autocorrelação espacial, as coordenadas foram incluídas como interação dos termos *smooth* $S_1\,(w_m, z_m)$. O $S_2(t[k=11])$ é uma função *smooth* para o tempo, onde $k = 11$ é o número de anos estudado.

Para obter os valores de $h(m,t)$ foi usado o método indireto de padronização por idade para o número de nascidos vivos de mães adolescentes. O método indireto de padronização por idade, descreve em termos numéricos o quanto a incidência de nascidos vivos de mães adolescentes em um dado município e em um dado ano equivale à taxa encontrada em todo o estado que é a razão de incidência padronizada (*Standardized Incidence Ratio – SIR*). Para cada ano de 2000 a 2010 (t = 1, t = 2, …, t = 11) foram obtidas do SINASC o número de nascidos vivos de mães de 10 a 19 anos em cada município em cada uma das seguintes faixas etárias: 10 a 14 anos (f = 1) e 15 a 19 anos (f = 2). Esses números divididos pela população do estado para cada ano e faixa etária, são as taxas de nascidos vivos de mães adolescente para o estado, denotada por $v(t,f)$. O número esperado h(m,t) de nascidos vivos de mães adolescentes para cada município m(m=1,...,853) durante o ano t é dado por:

$$h(m,t) = \sum_{f=1}^{2} v(t,f)\, x\, n(m,t,f),$$

em que $n(m,t,f)$ é a população para cada município (m), ano t e faixa etária f (dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE). A SIR é dada por:

$$\text{SIR}\ (m,t) = \frac{Y(m,t)}{h(m,t)},$$

em que $Y(m,t)$ é o número observado de nascidos vivos de mães adolescentes em cada município m e ano t.

Neste trabalho, considerou-se um modelo binomial negativo, expresso por

$$P[Y(m,t) = y(m,t)] = \binom{y\,(m,t) + \tau - 1}{y\,(m,t)} \left(\frac{\mu(m,t)}{\tau + \mu(m,t)}\right)^{y(m,t)} \left(\frac{\tau}{\tau + \mu(m,t)}\right)^{\tau},$$

onde $\mu(m,t) = E[Y(m,t)|\, w_{m,}z_m\,]$ e τ é um parâmetro *shape*. Nesse modelo, a variância de *Y(m,t)* é dada por $\mu(m,t) + \tau^{-1}\,[\mu(m,t)]^2$.

Para dados de contagem é comum a escolha da modelagem por meio de uma distribuição de Poisson com função de ligação logarítmica. A escolha da distribuição a ser usada está intrinsecamente relacionada com Y e sua variância (AUGUSTIN et al., 1998). A distribuição de Poisson assume que a variância seja igual a média ($Var(Y) = \mu(m,t)$), já a distribuição de Poisson com overdispersão assume que a variância seja igual a média multiplicada pela variância ($Var(Y) = \mu(m,t)\sigma^2$). A distribuição binomial negativa assume que a variância é igual a média acrescida da média ao quadrado dividido por τ ($Var(Y) = \mu(m,t) + \tau^{-1}\,[\mu(m,t)]^2$), onde o parâmetro τ é fixo, ou seja, ele pode ser definido para cada modelo, e é chamado de parâmetro de agregação (*shape*). Quanto maior for o valor de τ, mais semelhante será a distribuição binomial negativa com a distribuição de Poisson. A distribuição binomial negativa permite uma maior variação na resposta do que a distribuição de Poisson por meio do termo ($\tau^{-1}\,[\mu(m,t)]^2$).

A padronização foi realizada utilizando o *software* Excel da Microsoft e as demais análises foram realizadas com o *software* estatístico R versão 3.1.1 *(Project for Statistical Computing)* usando os pacotes: SPLANCS, FIELDS, MGCV, MAPTOOLS, RGDAL e RGL.

Para identificar padrões na distribuição espacial da gravidez em adolescentes, foi realizada uma análise exploratória dos dados mediante uma inspeção visual dos mapas temáticos construídos com o auxílio do *software* ArcGIS, a partir das taxas brutas de gravidez na adolescência e das taxas padronizadas pela idade. Essa padronização tem como objetivo retirar os efeitos da diversidade da estrutura etária que possam existir nas populações, utilizou-se o método direto da padronização.

O critério utilizado para a obtenção da matriz de vizinhança foi o de adjacência, ou seja, vizinhos que compartilham pelo menos um ponto de fronteira em comum. A matriz de vizinhança foi gerada com a utilização do *software* GeoDA.

Utilizou-se o Índice Global de Moran (*I* de Moran) para verificar a existência de autocorrelação espacial. O Índice Local de Associação Espacial (LISA – *Local Indicator of Spatial Association*) identifica o grau de semelhança e/ou diferença de cada evento no que diz respeito aos eventos mais próximos. A

metodologia LISA, tem como objetivo principal identificar, mediante estatística local de associação espacial, aglomerações de subunidades espaciais no território (*clusters*), em função das variáveis em análise e das dependências espaciais entre os eventos. O LISA foi utilizado para verificar os agrupamentos espaciais (*clusters*) e as áreas em risco nos municípios de Minas Gerais no período de 2000-2010. E, mediante testes de significância, onde utilizou-se 0,05 como nível mínimo de significância, os agrupamentos identificados foram classificados como: Alto-Alto, que são agrupamentos com altos valores da variável. Alto-Baixo e Baixo-Alto são os agrupamentos de áreas com valores distintos e Baixo-Baixo para os agrupamentos de áreas com baixos valores da variável. Essas análises foram realizadas com o auxílio do *software* GeoDA.

3.6 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa, Processo HCRP n° 10157/20. Foi solicitado o termo de dispensa do Consentimento Livre e Esclarecido conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, conforme declaração no Anexo A. Este termo está também em conformidade com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Capítulo 4
RESULTADOS

4.1 Modelo Bayesiano Espacial

Os percentuais de nascidos vivos de mães adolecentes em relação ao total de nascidos vivos nos municípios de Minas Gerais no ano de 2010 variaram de 0 a 46,4%, sendo o percentual mediano de 19,6% e os percentuais referentes ao primeiro e terceiro quartis, respectivamente, 15,6% e 23,1%. A Figura 4.1 apresenta um mapa com as taxas brutas da gravidez na adolescência para os 853 municípios do estado de Minas Gerais no ano de 2010. As taxas foram divididas em quatro categorias, sendo duas categorias com valores abaixo do valor da mediana e duas com valores acima da mediana. Verifica-se uma heterogeneidade da distribuição das taxas, em que as taxas mais altas concentra-se na parte norte do estado e em contrapartida as taxas mais baixas localizam-se na parte sul do estado. Apenas 4,2% dos municipios mineiros apresentaram taxas brutas abaixo de 0,10 e 17,9% dos municípios apresentaram taxas superiores à 0,25. Dentre as maiores taxas, seis municipios se destacaram ao registrar taxas superiores a 0,40: Mathias Lobato (40,4%) na região do Vale do Rio Doce, Comendador Gomes (40,7%) e Veríssimo (44,2%) na região do Triângulo Mineiro e Alto do Paranaíba, Santa Fé de Minas (41,3%) e Ponto Chique (41,4%) na região Norte de Minas, e Santo Hipólito (46,4%) na região Central Mineira.

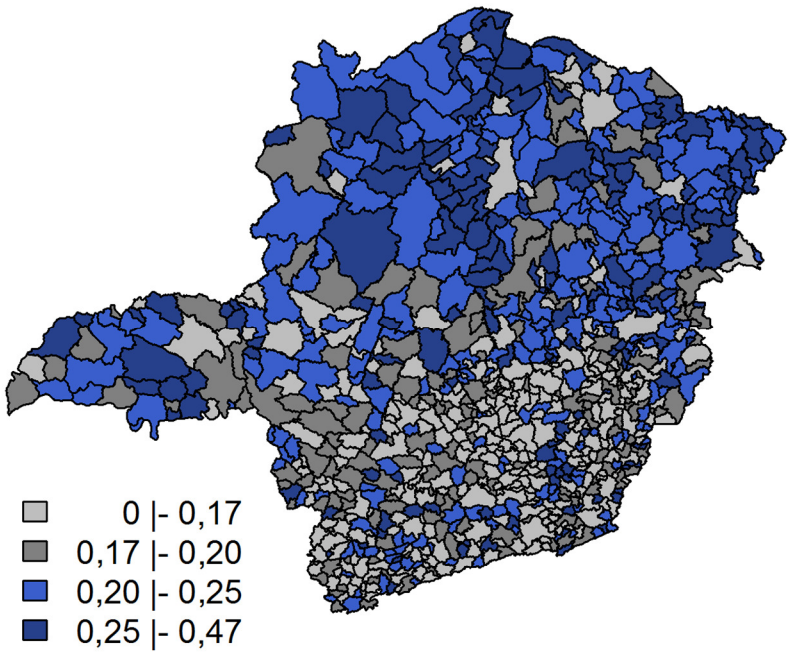


Figura 4.1. Distribuição espacial dos percentuais brutos de gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais, no ano de 2010.

As covariáveis foram adicionadas uma de cada vez no modelo totalmente bayesiano, conforme descrito na seção anterior, as covariáveis não podem ser incluídas juntas em um único modelo, pois existe uma forte presença de colinearidade entre elas (MORGENSTERN, 1995). Os modelos que utilizaram uma estrutura espacial para os dados apresentaram valores menores de DIC do que aqueles sem a estrutura espacial, sugerindo que os modelos que apresentam a estrutura espacial são mais adequadas aos dados deste estudo. A Figura 4.2 apresenta o mapa das taxas ajustadas pelo modelo bayesiano com efeito espacial, sem a inserção de covariáveis no modelo. As taxas ajustadas são os valores esperados *a posteriori* dos percentuais de gravidez na adolescência, onde observa-se uma suavização dos percentuais, mas ainda persistindo de uma forma mais clara a heterogeneidade da porção norte e sul do estado.

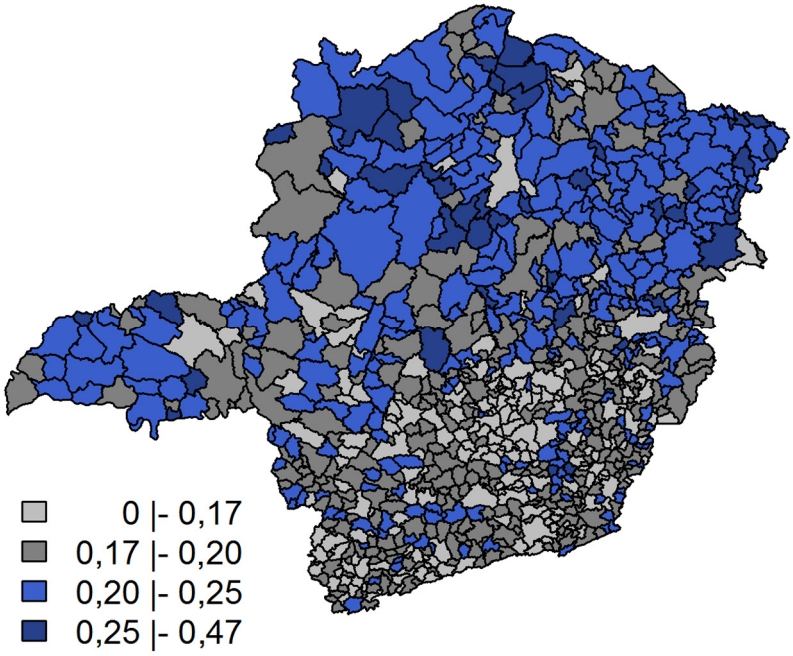


Figura 4.2. Distribuição espacial dos percentuais ajustados de gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais, no ano de 2010, obtidos pelo modelo bayesiano sem inserção de covariáveis.

Os resultados apresentados nas Tabelas 4.1 e 4.2, são obtidos do modelo totalmente bayesiano com estrutura espacial associando-os aos indicadores. Cada variável independente foi representada por variáveis indicadoras (*dummy*), permindo assim, estimar os percentuais médios em cada uma das classes e então obter as razões entre os percentuais, e seus respectivos intervalos de credibilidade.

Os intervalos com 95% de credibidade que não incluem o valor 1 indicam associações significativas com os percentuais de gravidez na adolescência (indicados com asteriscos nas tabelas). Cada indicador possuía valores bem diferentes para suas dimensões, o que não permitu a construção de intervalos de classes iguais para as dimensões dos indicadores, com exceção do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, sendo assim, as divisões das classes que compõe os indicadores foram classificados de acordo com o histograma da sua distribuição, de maneira que um de seus extremos não tivessem mais que 5% dos municípios, permitindo assim as comparações entre os extremos. A Tabela 4.1 mostra as associações entre a gravidez na adolescência e o IMRS e o IFDM. O IMRS possui 10 dimensões, dentre essas, 5 dimensões mostraram-se associadas com a gravidez adolescente, conforme podem ser visualizadas na Tabela 4.1, já as dimensões assistência social; esporte e turismo; saneamento; renda e saúde, não apresentaram associação. Para o IFDM suas 4 dimensões foram significativas. Observa-se que quanto menor os valores do IMRS e IFDM em cada município, maiores são os percentuais de gravidez na adolescência. Como exemplo, no IMRS a classe de referência está nos maiores valores do índice e quando comparada com a primeira classe (0,44 |– 0,50) apresenta uma razão de 1,583, ou seja, nos municípios que apresentaram valores do IMRS abaixo de 0,50 existe 58,3% mais nascidos vivos de mães adolescentes do que naqueles municípios com IMRS acima de 0,65, e assim sucesivamente, ao aumentar o IMRS a razão também diminui, sendo a segunda classe (0,50 |– 0,55) com um acréscimo de 42,7% quando comparado com a classe de referência, a terceira classe (0,55 |– 0,60) com 25,3% quando comparado com a classe de referência e a quarta classe (0,60 |– 0,65) com 16,9% comparado com a referência, e assim sucessivamente.

Tabela 4.1. Percentuais de gravidez na adolescência em Minas Gerais segundo o Índice Mineiro de Responsabilidade Social (IMRS) e o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM).

2010	**N**	**Percentual (%)**	**ICr 95%**	**Razão**	**ICr 95%**	
IMRS						
0,44 |- 0,50	33	23,97	(22,14 ; 25,87)	1,583	(1,425 ; 1,755)	*
0,50 |- 0,55	188	21,60	(20,88 ; 22,33)	1,427	(1,321 ; 1,541)	*
0,55 |- 0,60	338	18,98	(18,47 ; 19,48)	1,253	(1,165 ; 1,348)	*
0,60 |- 0,65	256	17,70	(17,24 ; 18,17)	1,169	(1,087 ; 1,256)	*
0,65 |- 0,70	38	15,16	(14,16 ; 16,18)	1,000	Referência	

IMRS Cultura						
0,00 |- 0,20	29	21,32	(19,15 ; 23,58)	1,297	(1,126 ; 1,486)	*
0,20 |- 0,40	261	20,66	(20,02 ; 21,31)	1,256	(1,139 ; 1,384)	*
0,40 |- 0,60	384	19,39	(18,94 ; 19,84)	1,179	(1,072 ; 1,295)	*
0,60 |- 0,80	155	17,12	(16,60 ; 17,64)	1,041	(0,9462 ; 1,144)	
0,80 |- 1,00	24	16,48	(15,03 ; 18,00)	1,000	Referência	
IMRS Educação						
0,20 |- 0,30	23	22,44	(20,21 ; 24,79)	1,465	(1,289 ; 1,654)	*
0,30 |- 0,40	106	21,53	(20,49 ; 22,57)	1,405	(1,287 ; 1,530)	*
0,40 |- 0,50	334	19,86	(19,38 ; 20,35)	1,296	(1,202 ; 1,396)	*
0,50 |- 0,60	335	18,01	(17,58 ; 18,44)	1,175	(1,091 ; 1,264)	*
0,60 |- 0,75	55	15,34	(14,31 ; 16,43)	1,000	Referência	
IMRS Finanças Municipais						
0,45 |- 0,60	501	19,07	(18,72 ; 19,43)	1,253	(1,087 ; 1,441)	*
0,60 |- 0,70	333	19,08	(18,54 ; 19,64)	1,254	(1,086 ; 1,444)	*
0,70 |- 1,00	19	15,30	(13,26 ; 17,51)	1,000	Referência	
IMRS Segurança Pública						
0,17 |- 0,40	13	16,94	(15,11 ; 18,49)	0,950	(0,849 ; 1,059)	
0,40 |- 0,60	161	19,64	(18,94 ; 20,37)	1,114	(1,052 ; 1,181)	*
0,60 |- 0,80	514	19,33	(18,95 ; 19,72)	1,097	(1,046 ; 1,151)	*
0,80 |- 1,00	165	17,63	(16,92 ; 18,35)	1,000	Referência	
IMRS Assistência Social						
até 0,40	4	27,04	(19,06 ; 35,96)	1,373	(0,947 ; 1,867)	
0,40 |- 0,50	86	19,00	(17,78 ; 20,27)	0,965	(0,840 ; 1,106)	
0,50 |- 0,60	450	18,80	(18,40 ; 19,20)	0,954	(0,844 ; 1,080)	
0,60 |- 0,70	293	19,20	(18,70 ; 19,72)	0,975	(0,861 ; 1,104)	
0,70 |- 0,80	20	19,77	(17,46 ; 22,21)	1,000	Referência	
IMRS Esporte e Turismo						
até 0,20	79	21,14	(19,83 ; 22,49)	1,094	(0,920 ; 1,294)	
0,20 |- 0,40	501	19,20	(18,81 ; 19,59)	0,993	(0,845 ; 1,164)	
0,40 |- 0,60	145	19,18	(18,44 ; 19,93)	0,992	(0,843 ; 1,165)	
0,60 |- 0,80	121	17,38	(16,72 ; 18,06)	0,899	(0,762 ; 1,058)	
0,80 |- 1,00	7	19,46	(16,53 ; 22,66)	1,000	Referência	
IMRS Saneamento						
até 0,30	67	18,51	(17,40 ; 19,64)	0,961	(0,843 ; 1,092)	
0,30 |- 0,40	216	19,37	(18,72 ; 20,03)	1,006	(0,893 ;1,131)	
0,40 |- 0,50	353	18,87	(18,41 ; 19,34)	0,979	(0,873 ; 1,099)	
0,50 |- 0,60	149	19,16	(18,35 ; 19,99)	0,995	(0,880 ; 1,124)	
0,60 |- 0,70	48	18,51	(17,21 ; 19,84)	0,961	(0,839 ; 1,097)	
0,70 |- 0,80	20	19,32	(17,23 ; 21,55)	1,000	Referência	
IMRS Renda						
até 0,50	116	18,44	(17,60 ; 19,30)	1,158	(0,887 ; 1,502)	
0,50 |- 0,60	347	18,70	(18,22 ; 19,19)	1,174	(0,902 ; 1,521)	
0,60 |- 0,70	248	19,42	(18,86 ; 19,99)	1,219	(0,936 ; 1,578)	
0,70 |- 0,80	99	19,50	(18,51 ; 20,51)	1,224	(0,937 ; 1,587)	

0,80 |- 0,90	38	19,62	(18,10 ; 21,23)	1,232	(0,934 ; 1,610)	
0,90 |- 1,00	5	16,21	(12,32 ; 20,70)	1,000	Referência	
IMRS Saúde						
0,44 |- 0,60	58	21,15	(19,84 ; 22,50)	1,069	(0,974 ; 1,170)	
0,60 |- 0,70	309	18,98	(18,51 ; 19,45)	0,959	(0,895 ; 1,028)	
0,70 |- 0,80	387	18,55	(18,11 ; 18,99)	0,937	(0,875 ; 1,004)	
0,80 |- 0,90	99	19,81	(18,59 ; 21,06)	1,000	Referência	
IFDM						
até 0,40	6	21,78	(18,04 ; 25,87)	1,474	(1,204 ; 1,776)	*
0,40 |- 0,60	285	20,77	(20,16 ; 21,38)	1,406	(1,298 ; 1,521)	*
0,60 |- 0,80	537	18,52	(18,17 ; 18,86)	1,253	(1,162 ; 1,350)	*
≥ 0,80	25	14,79	(13,76 ; 15,88)	1,000	Referência	
IFDM Emprego e Renda						
até 0,40	196	20,38	(19,62 ; 21,14)	1,399	(1,280 ; 1,528)	*
0,40 |- 0,60	502	19,52	(19,13 ; 19,91)	1,340	(1,236 ; 1,452)	*
0,60 |- 0,80	135	17,70	(17,11 ; 18,29)	1,215	(1,118 ; 1,320)	*
≥ 0,80	20	14,59	(13,49 ; 15,72)	1,000	Referência	
IFDM Educação						
0,40 |- 0,60	26	24,85	(22,66 ; 27,11)	1,470	(1,327 ; 1,619)	*
0,60 |- 0,80	683	19,33	(19,02 ; 19,64)	1,144	(1,095 ; 1,194)	*
≥ 0,80	144	16,91	(16,29 ; 17,56)	1,000	Referência	
IFDM Saúde						
até 0,40	45	22,01	(20,54 ; 23,51)	1,287	(1,186 ; 1,393)	*
0,40 |- 0,60	193	20,68	(19,96 ; 21,42)	1,210	(1,143 ; 1,279)	*
0,60 |- 0,80	451	18,70	(18,31 ; 19,10)	1,094	(1,044 ; 1,145)	*
≥ 0,80	164	17,11	(16,45 ; 17,78)	1,000	Referência	

ICr95% = Intervalo de Credibilidade com 95%.
* Diferenças significativas em relação à classe de referência.
N = número de municípios.

Na Tabela 4.2 temos o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM e suas dimensões que mostraram associação com a gravidez adolescente. Municípios onde o IDHM é menor há maior número de nascidos vivos de mães entre 10 e 19 anos. O índice de desenvolvimento humano municipal mostrou que 64,7% dos municípios mineiros possui um valor do índice classificado em médio desenvolvimento, para os valores da componente renda 61,5% possui também um índice classificado em médio desenvolvimento. A componente Longevidade foi a melhor componente com todos os municípios sendo classificados entre alto e muito alto desenvolvimento (valores superiores a 0,70). Já o IDHM Educação foi o pior indicador para o estado de Minas Gerais com 74,4% dos seus municípios classificados como muito baixo e baixo desenvolvimento. Esse é um importante resultado, uma vez que existe uma profunda relação entre a educação e

a gravidez adolescente. Nos municípios onde IDHM Educação no ano de 2010 foi classificado como muito baixo desenvolvimento (<0,50) apresentaram 52,8% mais gravidezes adolescente do que nos municípios que obtiveram IDHM Educação classificados como alto desenvolvimento (0,70 |– 0,80).

O número de habitantes em cada município também apresentou relação com o número de nascidos vivos de mães adolescentes, ou seja, nos municípios com menor tamanho populacional encontramos mais casos registrados de nascidos vivos de mães adolescentes. No estado de Minas Gerais em 2010, 79,1% dos municípios possuíam menos de 20.000 habitantes e 3,4% dos municípios possuíam mais de 100.000 habitantes, nosso estudo mostrou que os municípios pequenos apresentaram 47,3% mais gravidez adolescente quando comparado com os municípios de grande porte (classe de referência), isso se dá, porque os grandes centros urbanos são também regiões caracterizadas por maior disponibilidade de acesso a serviços de saúde e maior renda *per capita*.

O percentual dentro de cada município de beneficiários do programa bolsa família se dá de maneira inversa aos demais indicadores, quanto maior o percentual em cada município atendidos pelo bolsa família, maiores também os percentuais de gravidez na adolescência. Os indicadores: Índice de desenvolvimento do SUS – IDSUS e suas dimensões acesso e efetividade, índice de GINI e PIB *per capita* não se mostraram associados aos percentuais de gravidez na adolescência no estado de Minas Gerais no ano de 2010.

Tabela 4.2. Percentuais de gravidez na adolescência em Minas Gerais segundo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, tamanho da população, % de bolsa família, IDSUS, índice de GINI e PIB per capita.

2010	**N**	**Percentual (%)**	**ICr 95%**	**Razão**	**ICr 95%**	
IDHM						
0,50 |- 0,60	73	22,00	(20,84 ; 23,20)	1,501	(1,395 ; 1,612)	*
0,60 |- 0,65	228	21,46	(20,81 ; 22,12)	1,464	(1,384 ; 1,548)	*
0,65 |- 0,70	324	19,27	(18,79 ; 19,76)	1,315	(1,247 ; 1,385)	*
0,70 |- 0,75	187	17,81	(17,32 ; 18,31)	1,215	(1,153 ; 1,280)	*
0,75 |- 0,82	41	14,67	(14,02 ; 15,33)	1,000	Referência	
IDHM - Educação						
0,30 |- 0,40	14	21,68	(19,09 ; 24,45)	1,528	(1,319 ; 1,756)	*
0,40 |- 0,50	156	20,96	(20,12 ; 21,80)	1,476	(1,360 ; 1,601)	*
0,50 |- 0,60	465	20,07	(19,67 ; 20,48)	1,414	(1,315 ; 1,521)	*
0,60 |- 0,70	195	17,18	(16,71 ; 17,67)	1,211	(1,125 ; 1303)	*

0,70 |- 0,80	23	14,21	(13,25 ; 15,20)	1,000	Referência	
IDHM - Longevidade						
0,70 |- 0,75	12	20,86	(17,75 ; 24,26)	1,196	(1,013 ; 1,398)	*
0,75 |- 0,80	182	22,19	(21,39 ; 22,99)	1,273	(1,207 ; 1,339)	*
0,80 |- 0,85	489	18,64	(18,27 ; 19,01)	1,069	(1,026 ; 1,113)	*
0,85 |- 0,90	170	17,44	(16,89 ; 18,01)	1,000	Referência	
IDHM - Renda						
0,50 |- 0,60	160	22,42	(21,58 ; 23,28)	1,520	(1,222 ; 1,876)	*
0,60 |- 0,70	525	19,17	(18,79 ; 19,56)	1,300	(1,050 ; 1,598)	*
0,70 |- 0,80	166	16,87	(16,37 ; 17,38)	1,143	(0,922 ; 1,409)	
0,80 |- 0,90	2	14,92	(12,00 ; 18,25)	1,000	Referência	
Tamanho da População (habitantes)						
até 20.000	675	19,74	(19,39 ; 20,10)	1,473	(1,247 ; 1,727)	*
20.001 - 50.000	112	19,22	(18,60 ; 19,85)	1,434	(1,212 ; 1,685)	*
50.001 - 100.000	37	16,51	(15,61 ; 17,44)	1,231	(1,034 ; 1,454)	*
100.001 - 500.000	25	15,71	(14,77 ; 16,70)	1,172	(0,9878 ; 1,378)	
> 500.000	4	13,50	(11,45 ; 15,80)	1,000	Referência	
% de Bolsa Família						
0 |- 10	29	15,13	(14,15 ; 16,18)	1,000	Referência	
10 |- 20	263	17,10	(16,65 ; 17,55)	1,131	(1,052 ; 1,214)	*
20 |- 30	262	19,53	(18,96 ; 20,11)	1,292	(1,196 ; 1,292)	*
30 |- 40	240	21,25	(20,62 ; 21,89)	1,407	(1,302 ; 1,515)	*
40 |- 50	59	23,63	(22,16 ; 25,13)	1,564	(1,419 ; 1,715)	*
IDSUS Acesso						
2,00 |- 4,00	36	19,72	(18,22 ; 21,26)	1,062	(0,971 ; 1,157)	
4,00 |- 6,00	557	19,11	(18,76 ; 19,46)	1,029	(0,985 ; 1,075)	
6,00 |- 8,00	260	18,58	(17,94 ; 19,22)	1,000	Referência	
IDSUS Efetividade						
4,00 |- 6,00	102	18,04	(17,19 ; 18,91)	1,000	Referência	
6,00 |- 8,00	514	18,25	(17,89 ; 18,61)	1,013	(0,958 ; 1,068)	
8,00 |- 10,00	237	21,29	(20,62 ; 21,97)	1,181	(1,111 ; 1,254)	*
Índice de GINI						
0,30 |- 0,40	35	18,74	(17,02 ; 20,54)	1,011	(0,883 ; 1,155)	
0,40 |- 0,50	525	18,85	(18,50 ; 19,21)	1,017	(0,919 ; 1,127)	
0,50 |- 0,60	277	18,70	(18,23 ; 19,17)	1,009	(0,909 ; 1,118)	
0,60 |- 0,80	16	18,58	(16,77 ; 20,49)	1,000	Referência	
PIB *per capita*						
até 6.444	223	0,2122	(0,2051 ; 0,2194)	1,223	(1,109 ; 1,346)	*
6.445 - 8.940	228	0,1907	(0,1841 ; 0,1973)	1,099	(0,997 ; 1,209)	
8.941 - 11.711	139	0,1826	(0,1751 ; 0,1903)	1,052	(0,953 ; 1,161)	
11.712 - 16.122	130	0,1811	(0,1740 ; 0,1885)	1,044	(0,945 ; 1,151)	
16.123 - 34.501	102	0,1775	(0,1696 ; 0,1856)	1,023	(0,925 ; 1,128)	
> 34.501	31	0,1739	(0,1589 ; 0,1896)	1,000	Referência	

ICr95% = Intervalo de Credibilidade com 95%.
* Diferenças significativas em relação à classe de referência.
N = número de municípios.

Os resultados a *posteriori* obtidos usando o modelo espacial totalmente bayesiano são apresentados na tabela 4.3. O intervalo com 95% de credibilidade para os parâmetros são obtidos a partir de 2,5% e 97,5% da distribuição amostrada. A tabela 4.3 mostra as porcentagens de θ_i para os percentuais de gravidez adolescente estimada para os primeiros 10 municípios e para os últimos 4 municípios, considerando que os municípios foram adicionados ao conjunto de dados em uma ordem arbitrária. A Figura 4.3 compara os percentuais brutos e ajustados dos percentuais de nascidos vivos de mães adolescentes, obtidas pelo modelo totalmente bayesiano. Ambos os mapas descrevem um padrão espacial tal que as porcentagens mais altas de gravidez adolescente localizam-se na parte norte do estado. Entretanto, esse efeito fica mais evidente quando visualizado o mapa das porcentagens suavizadas (Painel B da Figura 4.3).

Tabela 4.3. Resumo a *posteriori* dos parâmetros do modelo totalmente Bayesiano aplicado aos dados de gravidez na adolescência.

Parâmetros	**Média**	**Desvio-Padrão**	**Mediana**	**Percentil 2,5**	**Percentil 97,5**
α	-1,450	0,0084	-1,4500	-1,467	-1,434
ϒ1	-0,1544	0,2113	-0,1508	-0,578	0,2521
ϒ2	0,0436	0,1343	0,0448	-0,2224	0,3044
ϒ3	-0,120	0,1375	-0,1195	-0,3914	0,1465
ϒ4	0,1599	0,1924	0,1601	-0,2190	0,5354
ϒ5	-0,0172	0,1349	-0,0167	-0,2820	0,2464
ϒ6	0,2038	0,1239	0,2042	-0,0403	0,4466
ϒ7	0,0219	0,3206	0,0251	-0,6131	0,6428
ϒ8	-0,096	0,2051	-0,0950	-0,5010	0,3032
ϒ9	0,1650	0,1185	0,1664	-0,0698	0,3947
ϒ10	0,0571	0,1781	0,0576	-0,2931	0,4040
. . .					
ϒ850	0,1843	0,1941	0,1862	-0,2006	0,5584
ϒ851	0,0525	0,1012	0,0532	-0,1482	0,2475
ϒ852	-0,0014	0,2334	0,0013	-0,4656	0,4518
ϒ853	-0,2146	0,257	-0,2119	-0,7219	0,284
σ	0,2426	0,0231	0,2415	0,2003	0,2908
θ1	0,1694	0,0295	0,1678	0,1162	0,2319
θ2	0,1976	0,0213	0,197	0,1581	0,2413
θ3	0,1731	0,0197	0,1723	0,1368	0,2135
θ4	0,2176	0,0327	0,2158	0,1585	0,2862
θ5	0,1882	0,0206	0,1874	0,1502	0,2309
θ6	0,2241	0,0215	0,2234	0,1837	0,2683

θ7	0,1982	0,0504	0,1938	0,1125	0,3085
θ8	0,1776	0,0299	0,1758	0,1244	0,2411
θ9	0,2173	0,0201	0,2169	0,1794	0,2582
θ10	0,2004	0,0285	0,199	0,1489	0,2601
. . .					
θ850	0,2217	0,0333	0,2203	0,161	0,2907
θ851	0,1987	0,0161	0,1983	0,1683	0,231
θ852	0,1923	0,036	0,1902	0,1282	0,2692
θ853	0,1621	0,0347	0,1595	0,1022	0,2377

A tabela 4.4 apresenta os 20 municípios do estado de Minas Gerais com os maiores percentuais brutos de nascidos vivos de mães adolescentes e os 20 municípios com os menores percentuais brutos de nascidos vivos de mães adolescentes. O município com o maior percentual de gravidez adolescente é o Santo Hipólito, localizado na região central do estado. Santo Hipólito é um município muito pequeno, com cerca de 3.500 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, censo de 2010. Não houve registros de nascidos vivos de mães adolescentes nos municípios de Antônio Prado de Minas, Catas Altas da Noruega, Córrego Danta e Serra da Saudade no ano de 2010. Esses 4 municípios possuem tamanho populacional menor que 3.500 habitantes. O município de Serra da Saudade tem apenas 822 habitantes (IBGE, censo 2010). A tabela 4.4 mostra que a maioria dos municípios com os percentuais brutos mais altos de gravidez adolescente estão localizados na região norte do estado, enquanto os municípios com os percentuais brutos mais baixos estão localizados próximos a capital do estado (Belo Horizonte) ou estão localizados na parte sul de Minas Gerais.

A tabela 4.4 também apresenta uma breve comparação entre as porcentagens brutas de nascidos vivos de mães adolescentes e as porcentagens estimadas pelos modelos Totalmente Bayesiano (TB), Bayesiano Empírico Global (BEG) e Bayesiano Empírico Local (BEL). Pode-se observar que, devido ao processo de suavização, as porcentagens de gravidez adolescente obtidas a partir dos três modelos estatísticos são inferiores aos percentuais brutos quando comparados com os municípios com os maiores percentuais brutos. Por outo lado, os percentuais de gravidez adolescente obtidos por meio dos modelos são maiores que os percentuais brutos, quando considerados os municípios com os menores percentuais brutos.

Tabela 4.4 - Os vinte municípios com os maiores e os vinte municípios com os menores percentuais brutos de gravidez adolescente. Estado de Minas Gerais, 2010.

	Municípios	Mesorregião	Percentuais			
			Bruto	TB	BEG	BEL
Altos Percentuais	Santo Hipólito	Central Mineira	46,43	27,40	23,05	24,41
	Veríssimo	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	44,19	26,97	13,57	15,76
	Ponto Chique	Norte de Minas	41,38	27,17	15,93	20,25
	Santa Fé de Minas	Norte de Minas	41,30	26,37	24,28	29,52
	Comendador Gomes	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	40,74	23,65	21,71	24,14
	Mathias Lobato	Vale do Rio Doce	40,38	22,55	17,73	16,74
	Chiador	Zona da Mata	38,46	27,42	22,68	24,07
	Ipiaçu	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	38,46	22,89	21,11	20,11
	Estrela Dalva	Zona da Mata	37,84	24,51	19,34	21,41
	Quartel Geral	Central Mineira	37,14	23,18	21,90	22,72
	Jampruca	Vale do Rio Doce	36,76	26,81	24,66	23,86
	Ibiaí	Norte de Minas	36,73	30,3	28,44	32,07
	Monte Formoso	Jequitinhonha	35,59	29,78	23,57	25,72
	Verdelândia	Norte de Minas	35,44	29,89	16,99	21,46
	Umburatiba	Vale do Mucuri	35,00	25,95	18,11	19,53
	Nacip Raydan	Vale do Rio Doce	34,48	23,21	20,64	23,24
	Carvalhos	Sul/Sudoeste de Minas	34,29	23,74	18,53	16,90
	Juvenília	Norte de Minas	34,29	23,43	17,51	14,38
	Cristália	Norte de Minas	34,02	26,52	16,29	14,37
	Matias Cardoso	Norte de Minas	33,55	29,74	26,72	28,62
Baixos Percentuais	Vermelho Novo	Zona da Mata	8,06	14,67	17,15	16,56
	Cachoeira da Prata	Metropolitana de Belo Horizonte	7,89	14,58	14,44	17,69
	Jesuânia	Sul/Sudoeste de Minas	7,50	16,03	14,25	19,76
	Santa Bárbara do Tugúrio	Campo das Vertentes	7,41	14,42	13,62	14,03
	Liberdade	Sul/Sudoeste de Minas	7,32	17,14	16,62	17,36
	Japaraíba	Central Mineira	6,78	14,30	13,20	14,02
	Confins	Metropolitana de Belo Horizonte	6,58	15,07	14,77	15,24
	Frei Lagonegro	Vale do Rio Doce	5,88	15,95	13,24	16,92
	Capela Nova	Campo das Vertentes	5,80	17,95	21,29	21,60
	Rio Manso	Metropolitana de Belo Horizonte	5,13	13,77	13,65	12,84
	Arapuá	Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	5,00	15,86	14,92	15,91
	Goianá	Zona da Mata	5,00	15,76	13,56	14,68
	Santa Rita de Jacutinga	Zona da Mata	4,55	17,60	16,31	19,16
	São Pedro dos Ferros	Zona da Mata	4,35	17,78	24,87	27,03
	São Sebastião do Rio Verde	Sul/Sudoeste de Minas	4,35	16,80	19,15	17,24
	Bonfim	Metropolitana de Belo Horizonte	3,64	13,16	12,28	11,64
	Antônio Prado de Minas	Zona da Mata	0,00	16,36	17,92	18,67
	Catas Altas da Noruega	Metropolitana de Belo Horizonte	0,00	21,29	15,76	22,46
	Córrego Danta	Oeste de Minas	0,00	16,65	14,84	17,49
	Serra da Saudade	Central Mineira	0,00	13,08	12,26	10,73

Os mapas da Figura 4.4 comparam a distribuição espacial dos percentuais suavizados de gravidez adolescente considerando os modelos BEG e BEL. O método BEG produz porcentagens suavizadas que representam a média em todo o estado, enquanto o método BEL representa a média dos seus vizinhos e inclui o efeito espacial. Sendo assim, o mapa que descreve as porcentagens suavizadas de gravidez adolescente pelo método BEL (Figura 4.4, painel A) é mais semelhante ao mapa que descreve as porcentagens brutas (Figura 4.3, painel A). Os gráficos da Figura 4.5 comparam as porcentagens suavizadas obtidas a partir dos três modelos bayesianos com os percentuais brutos de nascidos vivos de mães adolescentes. Esses gráficos sugerem uma suavização excessiva nos municípios onde as porcentagens de nascidos vivos de mães adolescentes são relativamente elevadas. Este efeito é comum em aplicações de modelos estatísticos espaciais e é discutido por Castro et al. (2004).

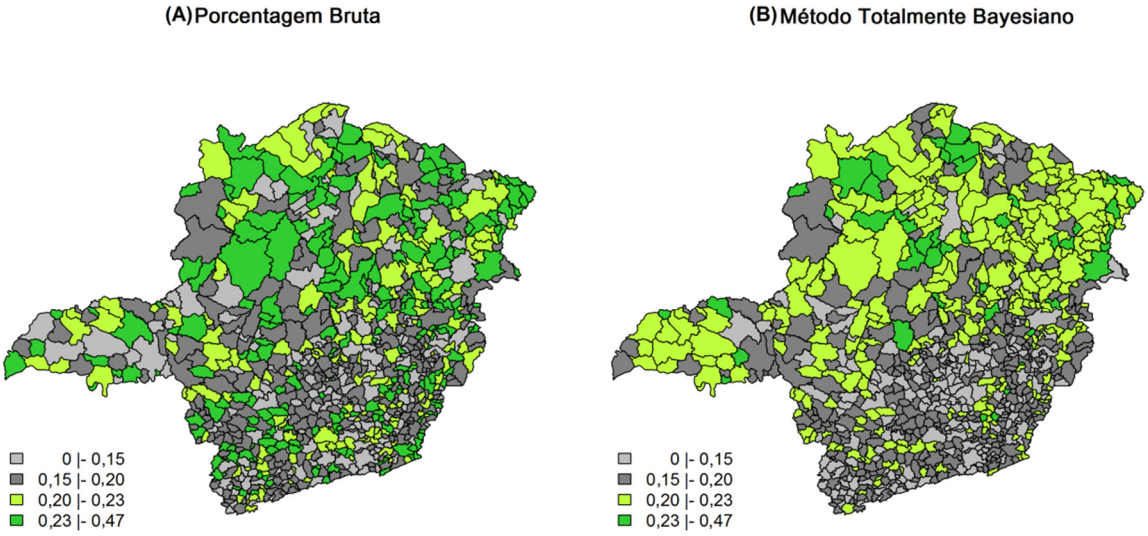


Figura 4.3 - Distribuição espacial (A) bruta e (B) percentual ajustado de nascidos vivos de mães adolescentes, considerando o modelo totalmente bayesiano. Estado de Minas Gerais, 2010.

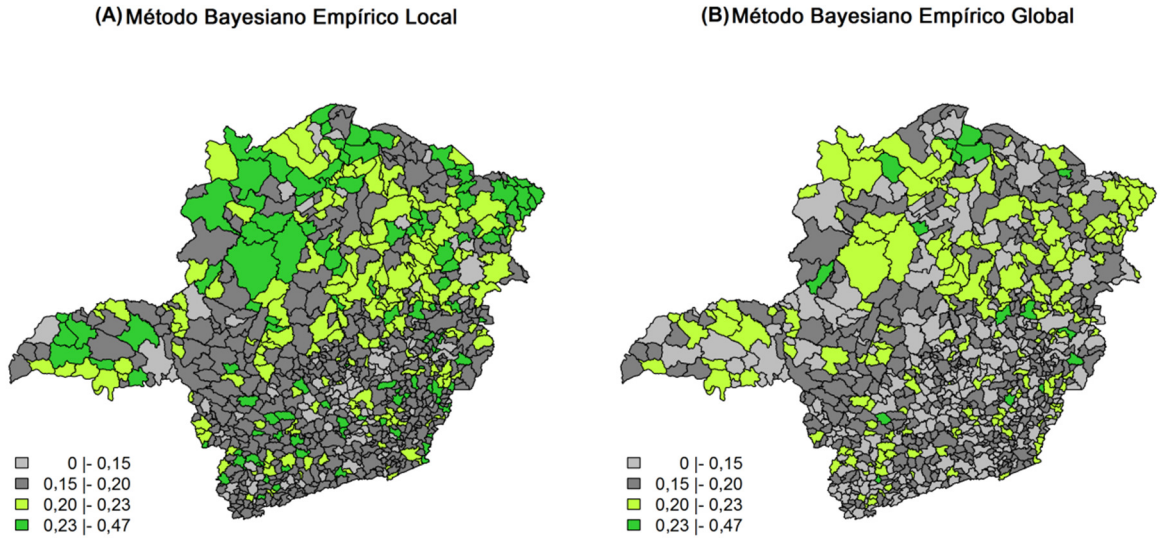


Figura 4.4 - Distribuição espacial dos percentuais ajustados de nascidos vivos de mães adolescentes considerando (A) modelo bayesiano empírico local e (B) modelo bayesiano empírico global. Estado de Minas Gerais, 2010.

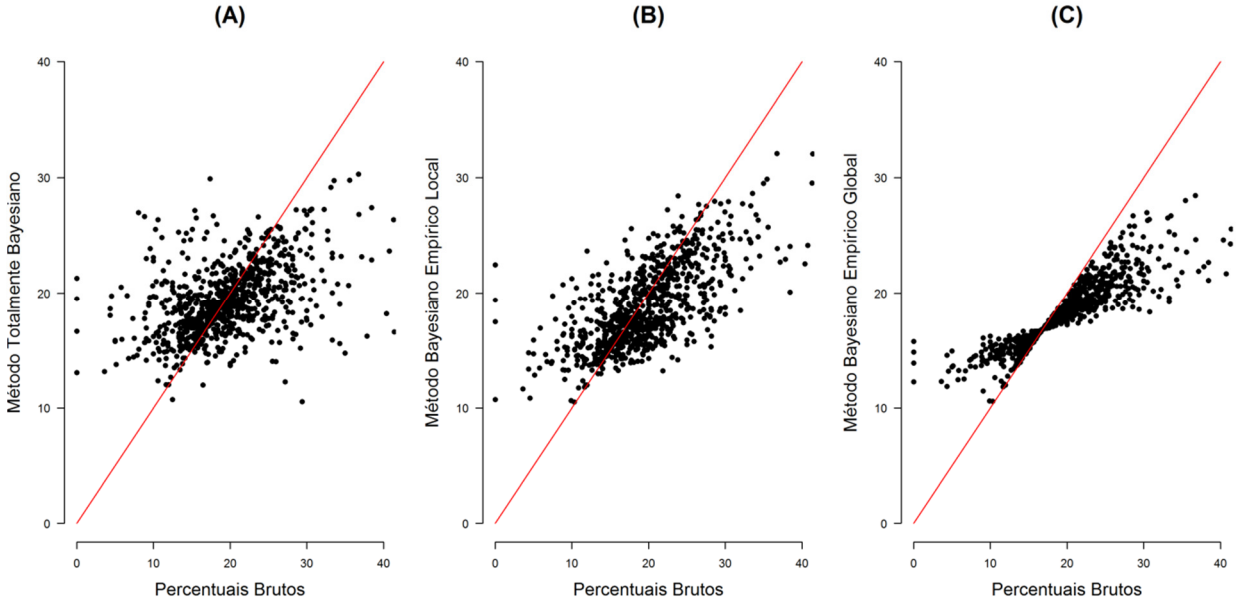


Figura 4.5 - Gráficos de comparações entre os percentuais estimados pelos métodos (A) totalmente bayesiano, (B) bayesiano empírico local e (C) bayesiano empírico global com os percentuais brutos de gravidez adolescente.

A figura 4.6 mostra os histogramas dos percentuais brutos de nascidos vivos de mães adolescentes e os percentuais estimados pelos métodos TB, BEL e BEG. O painel A da Figura 4.6 demonstra que os percentuais de gravidez adolescente estão distribuídos no estado entre 0 e 46,43%. Em adição, os painéis B, C e D ilustram que a dispersão dos percentuais é menor quando usamos os modelos bayesianos.

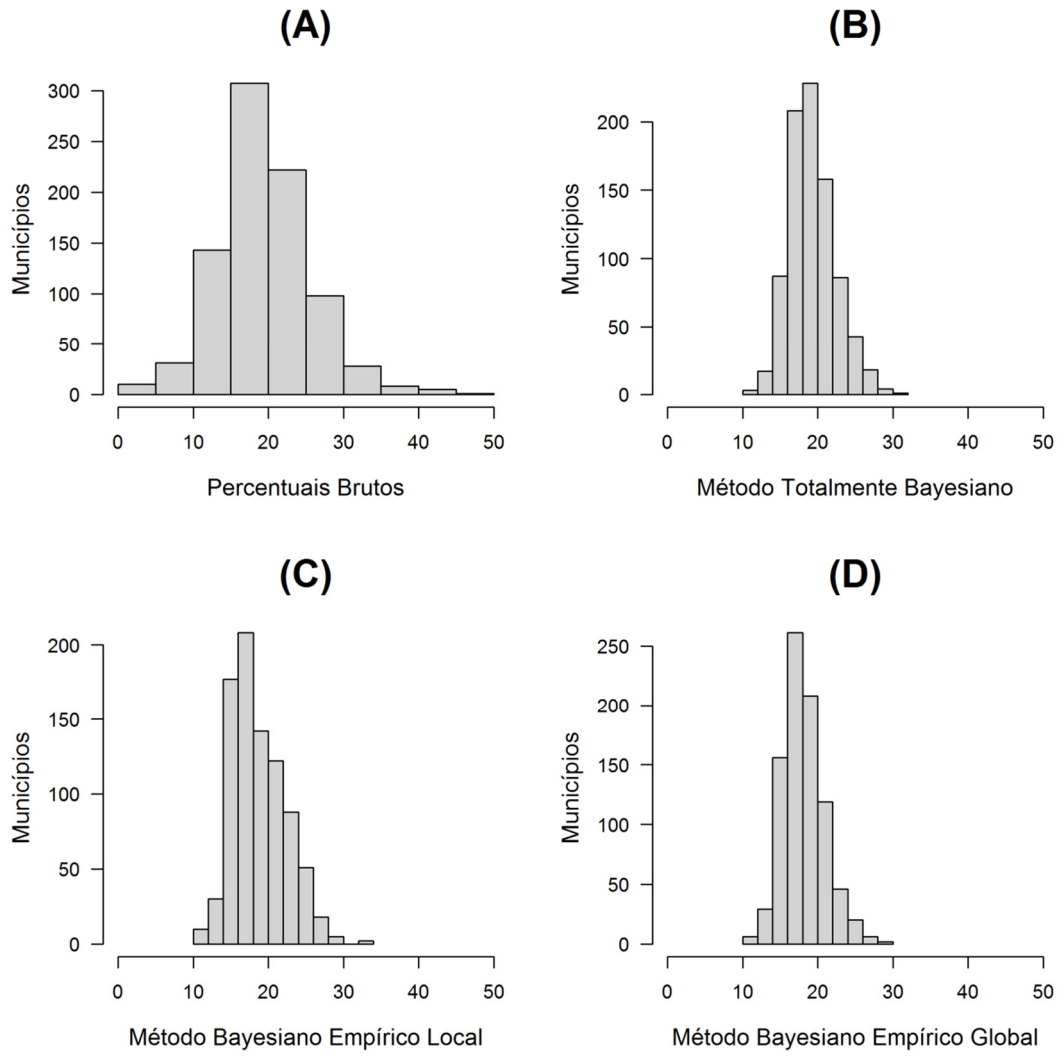


Figura 4.6 - Histogramas dos (A) percentuais brutos de gravidez adolescente e percentuais estimados pelos métodos (B) totalmente bayesiano, (C) bayesiano empírico local e (D) bayesiano empírico global.

A Figura 4.7 apresenta os gráficos dos percentuais de gravidez na adolescência estimados pelos diferentes métodos, são quatro gráficos que servem para comparar as abordagens mediante a sua visualização. Os valores de cada

município foram ordenados de forma crescente e segundo os percentuais brutos. Observa-se nesse estudo que as estimativas pelo método bayesiano empírico, tanto local quanto global, apresentam estimativas com valores próximos aos resultados encontrados pelo método totalmente bayesiano. No método Bayesiano Empírico Global utiliza-se a taxa média global como referência, apresentando assim um “nó” no gráfico das estimativas. No Bayesiano Empírico Local a variabilidade é maior, permanecem valores altos em alguns municípios. Podemos verificar que os valores estimados pelo método Bayesiano Empírico Local se assemelha mais aos resultados do Totalmente Bayesiano, pois apresentam uma maior heterogeneidade do que o Bayesiano Empírico Global que apresenta estimativas mais suavizadas. Observa-se que após a suavização pelos métodos, os gráficos já não apresentam mais taxas zeros para os municípios, pois as taxas estimadas incorporaram o padrão implícito da região em que estão inseridos.

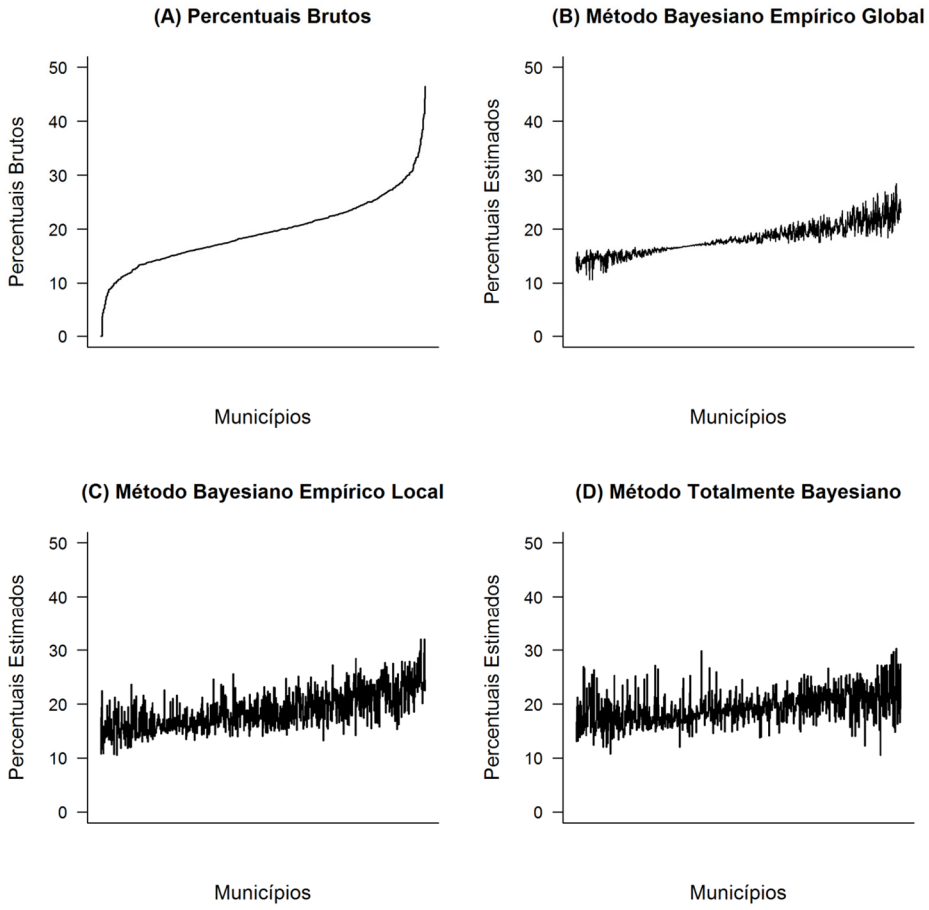


Figura 4.7 - Comparações entre (A) percentuais brutos de gravidez adolescente e os percentuais estimados pelos modelos (B) bayesiano empírico global, (C) bayesiano empírico local e (D) totalmente bayesiano.

4.2 Modelo Bayesiano Espaço-temporal

Os percentuais médios brutos de gravidez na adolescência para o estado de Minas Gerais no período de 2000 a 2010 foram de 20,49% no ano de 2000, 20,26% em 2001, 19,43% em 2002, 18,74% em 2003, 18,59% em 2004, 18,83% em 2005, 18,80% em 2006, 18,72% em 2007, 18,04% em 2008, 17,40% em 2009 e 16,82% em 2010. No modelo espaço-temporal não foi possível o uso dos dados a nível municipal, por problemas computacionais, sendo assim, foi considerado os dados em microrregiões. O modelo espaço-temporal totalmente bayesiano aqui utilizado está descrito no capítulo anterior dessa tese. Devido ao grande número de informações geradas pelos modelos, no decorrer da tese serão apresentados resultados de apenas 3 dos 11 tempos gerados, ou seja, início (2000), meio (2005) e fim (2010) da série, mas as demais informações referentes aos demais anos podem ser visualizados no Apêndice dessa tese. Em todas as análises verificou-se que os modelos que utilizaram a estrutura espacial apresentaram valores menores para o DIC do que os modelos que desprezam tal estrutura. Esse resultado evidencia que os modelos que utilizaram a estrutura espacial são mais adequados aos dados do presente estudo, ou seja, não há uma aleatoriedade espacial dos percentuais de gravidez na adolescência entre as diferentes microrregiões.

A tabela 4.5 apresenta os DICs dos modelos com efeito espacial e sem o efeito espacial, mostrando um ganho no ajuste do modelo com a inserção no efeito espacial na modelagem, ou seja, uma redução no valor do DIC.

Tabela 4.5 - Valores de DIC para o ajuste dos modelos.

Modelos	**DIC**
Sem efeito espacial	6703
Com efeito espacial	6513

Os mapas apresentados na Figura 4.8 mostra os percentuais brutos de gravidez adolescente registrados no estado de Minas Gerais nos anos de 2000, 2005 e 2010. É possível verificar uma suavização nos percentuais brutos ao longo dos anos, mas permanecendo as diferenças entre as porções norte e sul do estado.

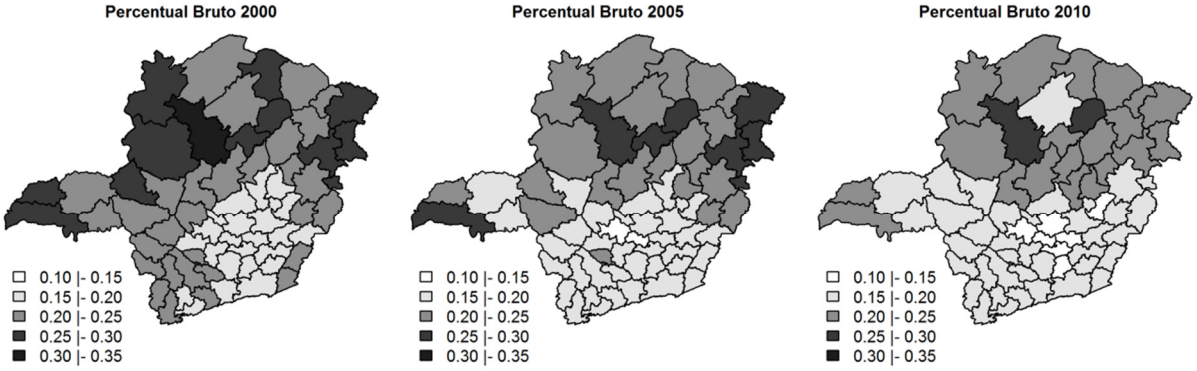


Figura 4.8 - Percentuais brutos de gravidez na adolescência nas 66 microrregiões do estado de Minas Gerais nos anos 2000, 2005 e 2010.

Os mapas apresentados nas Figuras 4.9 e 4.10 são resultados do modelo espaço-temporal totalmente bayesiano ajustados pelo Índice Mineiro de Responsabilidade Social para cada uma das suas dimensões. Foi ajustado um modelo para cada dimensão do IMRS.

Pela análise das Figuras 4.9 e 4.10 fica nítida a discrepância entre as microrregiões do norte e sul do estado. Em todos os anos da série analisada (2000 a 2010) os maiores percentuais de gravidez na adolescência apareceram nas regiões ao norte do estado, onde pode-se destacar as microrregiões de Pirapora, Frutal, Grão Mogol, Unaí e Paracatu. Já os menores percentuais ficaram com as regiões de maior porte, onde pode-se destacar Belo Horizonte, Divinópolis, Itaguara e Conselheiro Lafaiete. Para todas as dimensões do IMRS o padrão espacial apresentados nos mapas foram muito similares. A microrregião de Pirapora, localizada na mesorregião do norte de minas, se destaca por apresentar sempre os maiores percentuais em todos os anos da série e em todas as dimensões do IMRS.

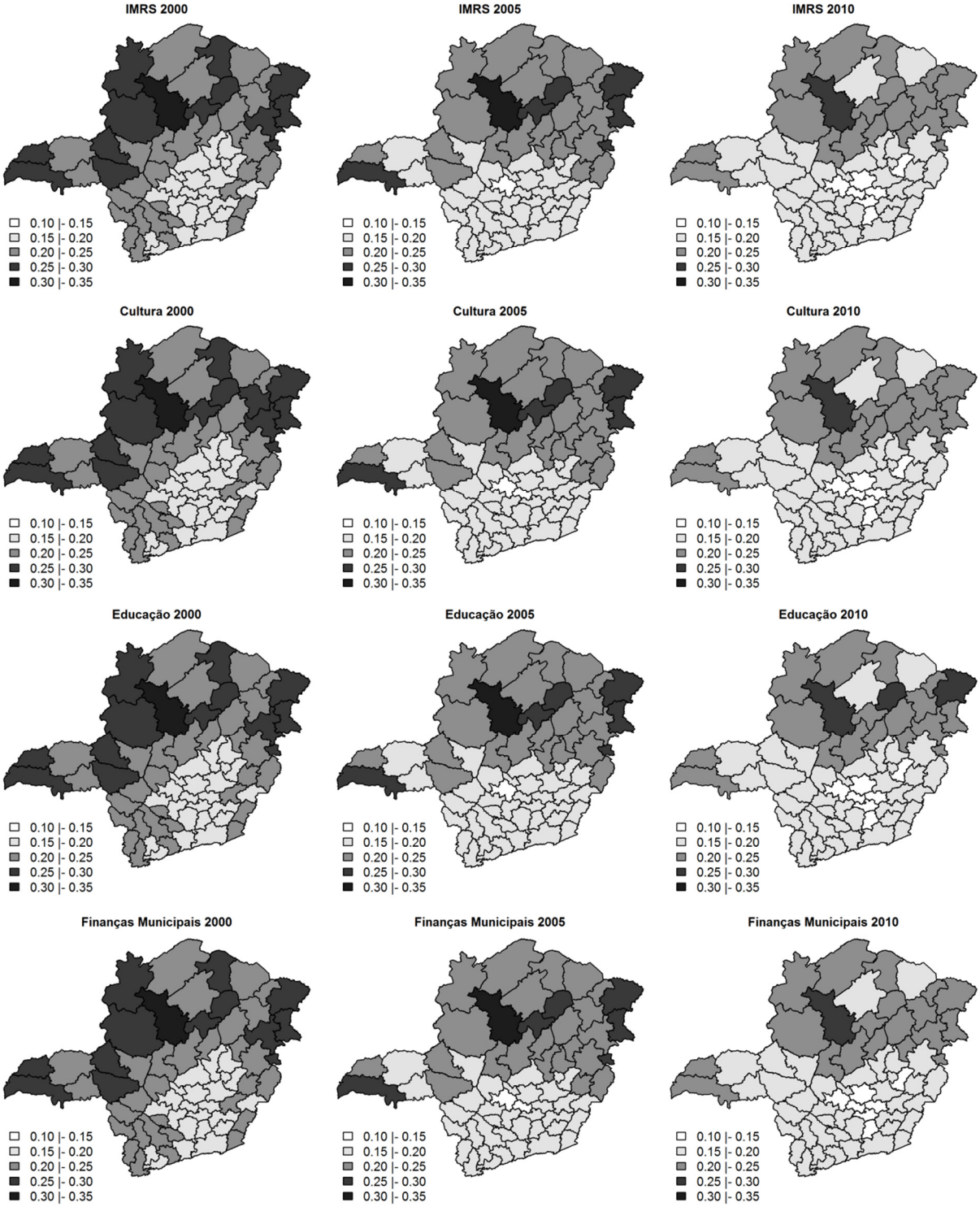


Figura 4.9 - Percentuais de gravidez na adolescência ajustada pelo modelo totalmente bayesiano para o índice mineiro de responsabilidade social (IMRS) e suas dimensões: IMRS (Índice Global), Cultura, Educação e Finanças Municipais para os anos 2000, 2005 e 2010.

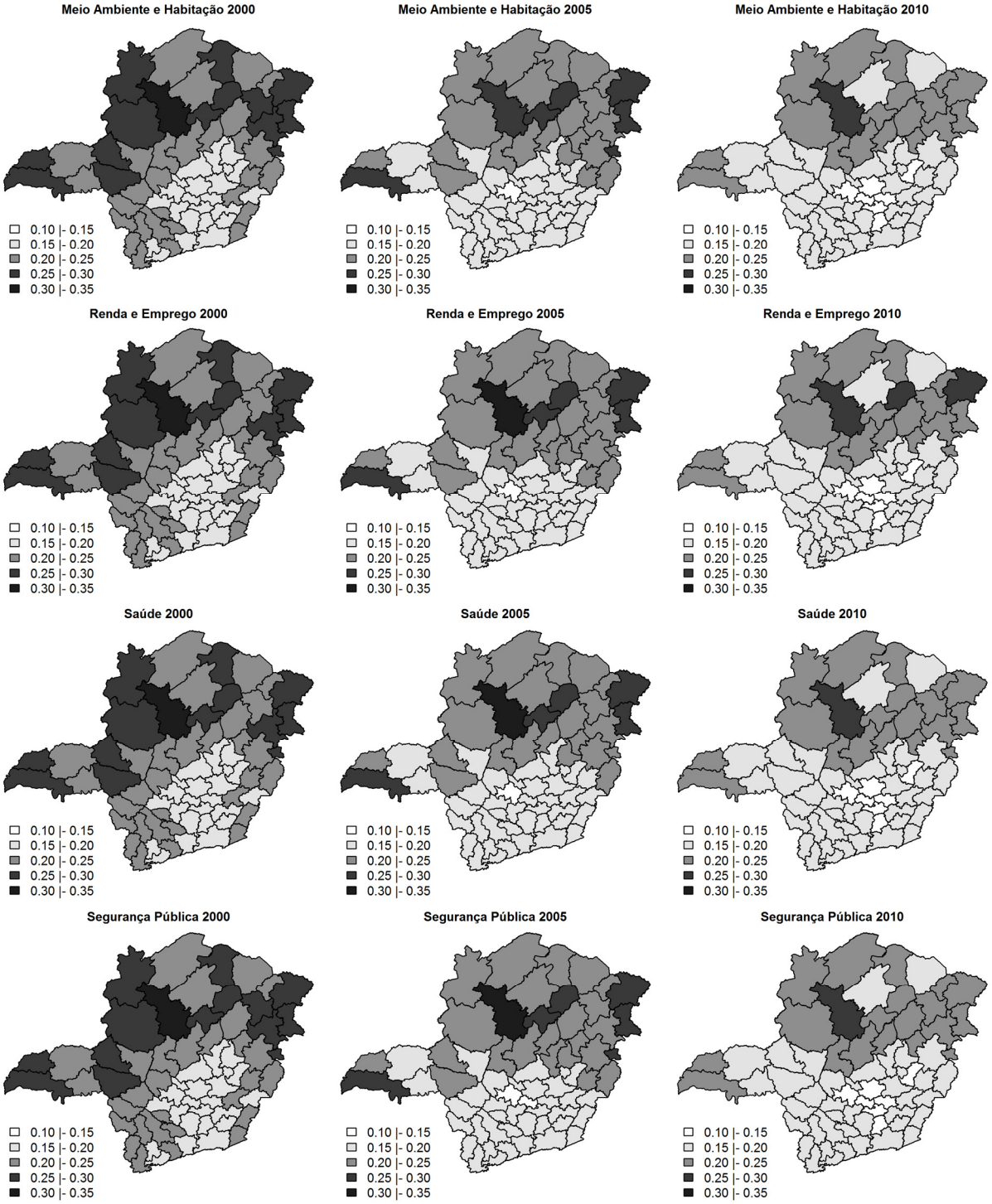


Figura 4.10 - Percentuais de gravidez na adolescência ajustada pelo modelo totalmente bayesiano para o índice mineiro de responsabilidade social (IMRS) nas dimensões: Meio Ambiente e Habitação, Renda e Emprego, Saúde e Segurança Pública para os anos 2000, 2005 e 2010.

A Tabela 4.6 descreve os percentuais médios de gravidez na adolescência segundo classes das variáveis socioeconômicas que caracterizam o estado de Minas Gerais. Os percentuais médios de gravidez na adolescência exibidos na Tabela 4.6 foram encontrados por modelos de regressão como descritos no capítulo anterior, onde a variável independente foi substituída por variáveis indicadoras (*dummies variables*), permitindo assim estimar os percentuais para cada classe da variável e obter as razões entre os percentuais, com seus respectivos intervalos de credibilidade 95%. Intervalos de credibilidade que não incluem o valor 1 indicam associações significativas com os percentuais de gravidez na adolescência (indicados com asteriscos "*" na Tabela 4.6).

Tabela 4.6. Percentuais médios de gravidez adolescente em Minas Gerais segundo o Índice Mineiro de Responsabilidade Social e suas dimensões nos anos de 2000, 2005 e 2010.

Ano		N	Percentual (ICr95)	Razão (ICr95)	
	IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social				
	0,45 - 0,57	33	22,6 (22,4;22,9)	1,08 (1,07;1,10)	*
	0,58 - 0,65	33	20,9 (20,7;21,1)	1,00 (Referência)	
	IMRS Saúde				
	0,34 - 0,54	37	22,8 (22,5;23,0)	1,11 (1,10;1,12)	*
	0,55 - 0,65	29	20,5 (20,3;20,7)	1,00 (Referência)	
	IMRS Educação				
	0,49 - 0,57	33	21,9 (21,7;22,2)	1,02 (1,01;1,03)	*
	0,58 - 0,67	33	21,6 (21,3;21,8)	1,00 (Referência)	
	IMRS Finanças Municipais				
	0,49 - 0,61	35	22,3 (22,1;22,6)	1,06 (1,05;1,07)	*
	0,62 - 0,76	31	21,1 (20,8;21,3)	1,00 (Referência)	
2000	IMRS Meio Ambiente e Habitação				
	0,25 - 0,35	38	22,0 (21,8;22,2)	1,03 (1,01;1,04)	*
	0,36 - 0,56	28	21,4 (21,2;21,7)	1,00 (Referência)	
	IMRS Segurança Pública				
	0,45 - 0,64	34	22,1 (21,9;22,3)	1,04 (1,02;1,05)	*
	0,65 - 0,85	32	21,4 (21,1;21,6)	1,00 (Referência)	
	IMRS Renda e Emprego				
	0,43 - 0,59	32	22,4 (22,2;22,6)	1,06 (1,05;1,07)	*
	0,60 - 0,76	34	21,1 (20,9;21,4)	1,00 (Referência)	
	IMRS Cultura e Esporte				
	0,33 - 0,63	32	21,9 (21,7;22,2)	1,01 (1,00;1,03)	
	0,64 - 0,89	34	21,6 (21,4;21,8)	1,00 (Referência)	
	IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social				
	0,45 - 0,57	33	21,6 (21,4;21,8)	1,14 (1,13;1,15)	*
	0,58 - 0,65	33	19,0 (18,8;19,2)	1,00 (Referência)	
	IMRS Saúde				
	0,34 - 0,54	37	21,6 (21,4;21,8)	1,16 (1,15;1,17)	*
	0,55 - 0,65	29	18,6 (18,4;18,8)	1,00 (Referência)	

	IMRS Educação				
	0,49 - 0,57	33	20,5 (20,3;20,7)	1,03 (1,01;1,04)	*
	0,58 - 0,67	33	20,0 (19,5;19,9)	1,00 (Referência)	
	IMRS Finanças Municipais				
	0,49 - 0,61	35	21,0 (20,7;21,2)	1,07 (1,06;1,08)	*
	0,62 - 0,76	31	19,5 (19,3;19,7)	1,00 (Referência)	
2005	IMRS Meio Ambiente e Habitação				
	0,25 - 0,35	38	20,5 (20,3;20,7)	1,03 (1,01;1,04)	*
	0,36 - 0,56	28	20,0 (19,8;20,2)	1,00 (Referência)	
	IMRS Segurança Pública				
	0,45 - 0,64	34	20,9 (20,7;21,1)	1,06 (1,05;1,08)	*
	0,65 - 0,85	32	19,6 (19,4;19,8)	1,00 (Referência)	
	IMRS Renda e Emprego				
	0,43 - 0,59	32	21,1 (20,9;21,3)	1,08 (1,07 ; 1,09)	*
	0,60 - 0,76	34	19,5 (19,3;19,7)	1,00 (Referência)	
	IMRS Cultura e Esporte				
	0,33 - 0,63	32	20,7 (20,5;20,9)	1,04 (1,03;1,05)	*
	0,64 - 0,89	34	19,9 (19,7;20,1)	1,00 (Referência)	
	IMRS - Índice Mineiro de Responsabilidade Social				
	0,45 - 0,57	33	19,7 (19,5;20,0)	1,14 (1,13;1,16)	*
	0,58 - 0,65	33	17,3 (17,1;17,5)	1,00 (Referência)	
	IMRS Saúde				
	0,34 - 0,54	37	19,8 (19,5;20,0)	1,17 (1,15;1,19)	*
	0,55 - 0,65	29	16,9 (16,7;17,1)	1,00 (Referência)	
	IMRS Educação				
	0,49 - 0,57	33	18,9 (18,6;19,1)	1,04 (1,03;1,06)	*
	0,58 - 0,67	33	18,1 (17,9;18,4)	1,00 (Referência)	
	IMRS Finanças Municipais				
	0,49 - 0,61	35	19,0 (18,8;19,3)	1,06 (1,05;1,08)	*
	0,62 - 0,76	31	17,9 (17,7;18,1)	1,00 (Referência)	
2010	IMRS Meio Ambiente e Habitação				
	0,25 - 0,35	38	18,7 (18,5;18,9)	1,03 (1,01;1,04)	*
	0,36 - 0,56	28	18,2 (17,9;18,5)	1,00 (Referência)	
	IMRS Segurança Pública				
	0,45 - 0,64	34	19,1 (18,9;19,4)	1,07 (1,06;1,08)	*
	0,65 - 0,85	32	17,8 (17,6;18,1)	1,00 (Referência)	
	IMRS Renda e Emprego				
	0,43 - 0,59	32	19,2 (19,0;19,5)	1,08 (1,06;1,09)	*
	0,60 - 0,76	34	17,8 (17,6;18,0)	1,00 (Referência)	
	IMRS Cultura e Esporte				
	0,33 - 0,63	32	18,9 (18,6;19,1)	1,04 (1,03;1,06)	*
	0,64 - 0,89	34	18,1 (17,9;18,4)	1,00 (Referência)	

N: número de microrregiões
ICr95: Intervalo com 95% de Credibilidade
* diferenças significativas em relação à classe de referência.

4.3 Modelo Aditivo Generalizado (GAM)

No período de 2000 a 2010 no estado de Minas Gerais, foram registrados 567.246 nascidos vivos de mães adolescentes e 19.187.837 a população feminina de 10 a 19 anos, o que corresponde a 2,96% a taxa de incidência de uma adolescente se tornar mãe antes dos 19 anos no estado de Minas Gerais. A Figura 4.11 apresenta o mapa do estado de Minas Gerais dividido pelas mesorregiões, abaixo o gráfico apresenta os percentuais médios de nascidos vivos de mães adolescentes por mesorregiões de Minas Gerais nos anos de 2000 a 2010. Nessa análise descritiva, observa-se que a mesorregião Vale do Mucuri foi a mesorregião com os maiores percentuais, em contrapartida os menores percentuais foram observados na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Nota-se que os valores menos elevados dos percentuais estão concentrados na porção centro-sul do estado, onde também estão as regiões mais desenvolvidas e em especial na divisa com o estado de São Paulo. Em contrapartida, os maiores percentuais distribuem-se pelos municípios das regiões menos desenvolvidas. Observa-se também uma redução nos percentuais do ano 2000 para 2010.

Na Figura 4.12 utilizou-se o Índice Local de Associação Espacial (LISA) que determinou a dependência local dos dados em relação aos seus vizinhos. Este indicador nos permitiu identificar padrões de associação espacial que podemos caracterizar pela ocorrência de agrupamentos (*clusters*). Desta forma, foi possível localizar 4 tipos de agrupamentos, estatisticamente significativos, que nos mostra o risco de gravidez na adolescência. Riscos Alto-Alto (em vermelho nos mapas), riscos Alto-Baixo (em rosa nos mapas), riscos Baixo-Baixo (em azul nos mapas), riscos Baixo-Alto (em azul-claro nos mapas), os municípios que estão em branco, não possuem agrupamentos significativos.

Tanto nas regiões mais desenvolvidas do estado quanto naquelas que são marcadas por significativas deficiências estruturais e socioeconômicas, há uma expressiva relação entre as taxas de nascidos vivos de mães adolescentes e a proximidade geográfica. Observam-se na parte centro-norte do estado várias aglomerações (*clusters*) de riscos tipo Alto-Alto, ou seja, municípios próximos que possuem valores elevados da taxa de gravidez adolescente. A parte centro-sul é caracterizada pela presença de agrupamentos com riscos tipo Baixo-Baixo, ou seja,

aglomerações de municípios que apresentam taxas mais baixas de gravidez adolescente.

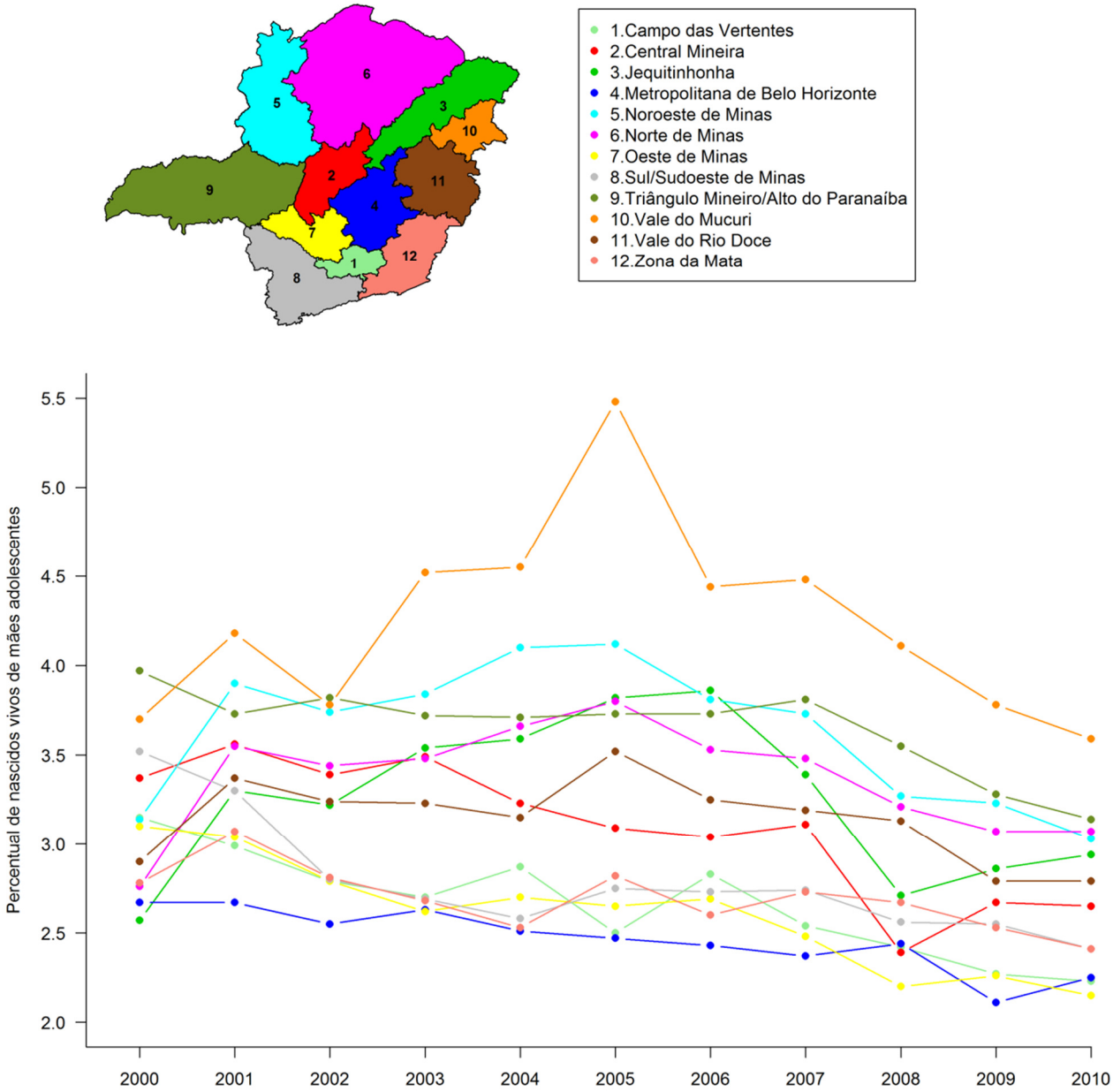


Figura 4.11 - Mapa do estado de Minas Gerais particionado pelas mesorregiões e gráfico longitudinal dos percentuais médios de nascidos vivos de mães adolescentes em cada mesorregião, no período de 2000-2010.

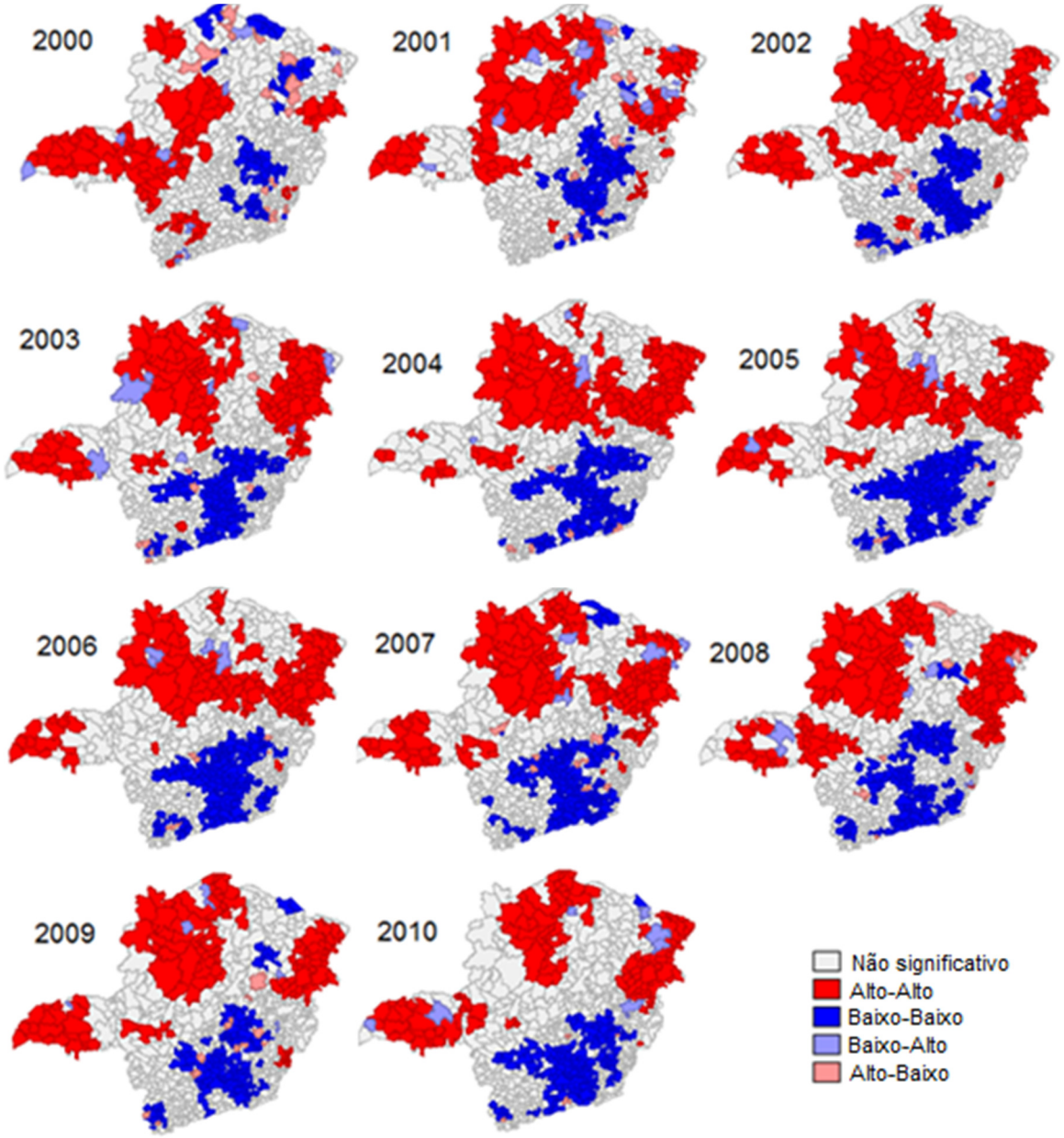


Figura 4.12 - Índice Local de Associação (LISA) para o estado de Minas Gerais para o período de 2000-2010.

Como resultado, segundo a análise LISA, 13,2% dos municípios mineiros apresentaram risco Alto-Alto para o nascimento de um nascido vivo de mãe adolescente no ano de 2000 e 9,9% risco Baixo-Baixo, 13,2% no ano de 2001 para risco Alto-Alto e 14,5% para Baixo-Baixo, 16,3% no ano de 2002 para risco Alto-Alto e 18,4% para Baixo-Baixo, 16,3% no ano de 2003 para risco Alto-Alto e 19,1% para Baixo-Baixo, 16,1% no ano de 2004 para risco Alto-Alto e 21,4% para Baixo-Baixo, 15,5% no ano de 2005 para risco Alto-Alto e 22,9% para Baixo-Baixo, 14,8% no ano

de 2006 para risco Alto-Alto e 22,7% para Baixo-Baixo, 16,4% no ano de 2007 para risco Alto-Alto e 22,8% para Baixo-Baixo, 17,2% no ano de 2008 para risco Alto-Alto e 17,5% para Baixo-Baixo, 14,1% no ano de 2009 para risco Alto-Alto e 18,3% para Baixo-Baixo e 13,8% no ano de 2010 para risco Alto-Alto e 20,6% para Baixo-Baixo. Os municípios Arinos, Buritizeiro e Ibiaí são alguns dos municípios que apresentaram riscos Alto-Alto em todos os anos da série estudada.

Na análise por meio do Modelo Aditivo Generalizado (GAM), foram ajustados dois modelos. O primeiro baseado na distribuição de probabilidade de Poisson e o segundo baseado na distribuição de probabilidade da Binominal Negativa. A distribuição binomial negativa foi a distribuição que melhor se ajustou aos dados de nascidos vivos de mães adolescentes, conforme pode-se observar nos gráficos de ajuste apresentados na Figura 4.13.

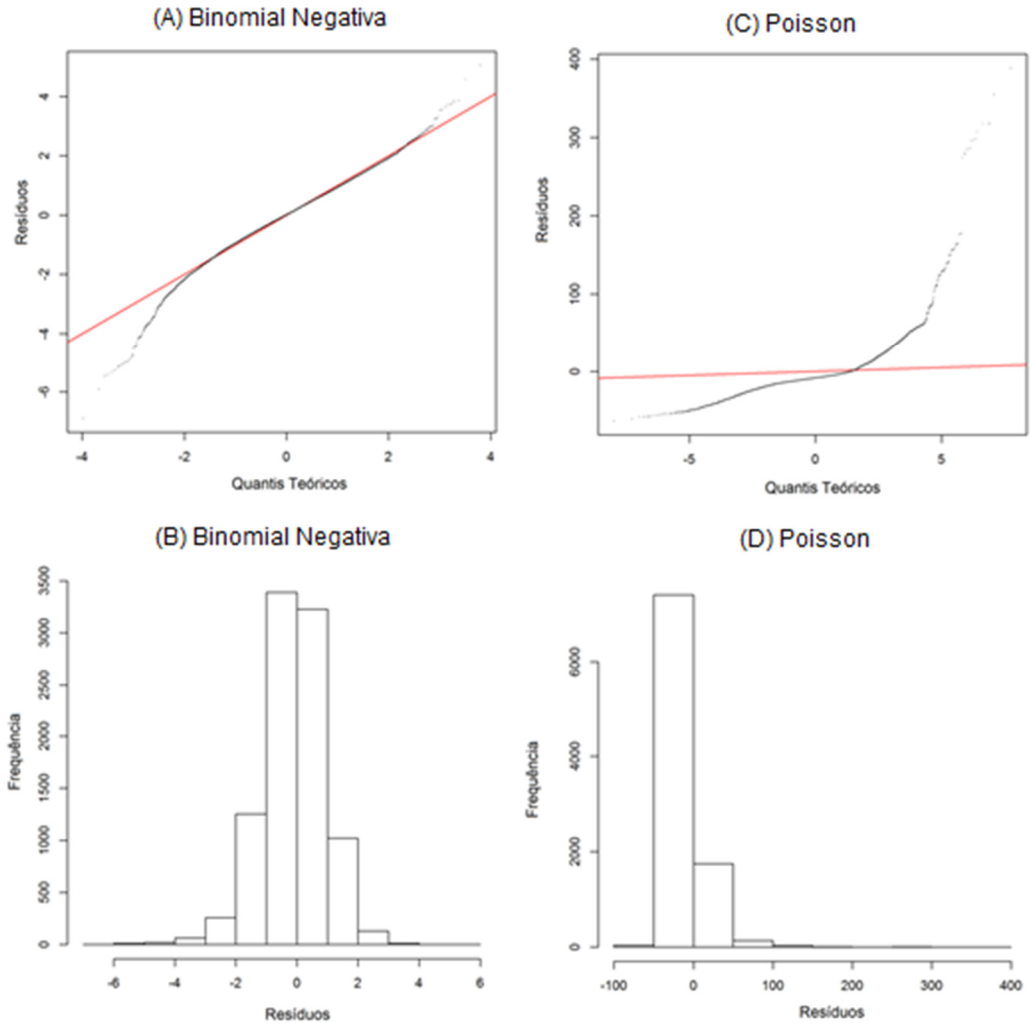


Figura 4.13 – Histograma dos resíduos (B e D) e gráfico quantil-quantil - QQ-Plot (A e C) dos resíduos para os modelos Binomial Negativa e Poisson.

A classificação dos modelos Poisson e Binomial Negativa, se deu pelo ajuste dos resíduos do modelos. Observou-se que o coeficiente de determinação foi bem diferentes nos dois modelos, enquanto que na binomial negativa 97% da variável dependente consegue ser explicada pelos regressores presentes no modelo, apenas 17% é explicada pelo modelo Poisson. Existe também uma grande diferença nos AICs que é o Critério de Informação de Akaike, sendo o valor de 5.070.415 para o modelo de Poisson e 67.770 para o modelo Binomial Negativa, demonstrando a grande vantagem no ajuste do modelo da Binomial Negativa, valor menor que a Poisson. Baseado nesses critérios, todas as análises subsequentes foram baseadas na distribuição Binomial Negativa.

As Figuras 4.14 e 4.15 apresentam os resultados obtidos pelo modelo GAM. Nos modelos aditivos generalizados (GAM) utilizamos a padronização pela idade, essa padronização foi realizada utilizando o método indireto de padronização e foi considerado as taxas médias do estado de Minas Gerais como referência.

A curva apresentada na Figura 4.14 mostra o ajuste do efeito tempo sob a variável gravidez na adolescência. Nota-se que a curva é significativa em todo o período, visto que apenas um único ponto passa pelo zero. Observa-se que o eixo Y é a escala da função de ligação, e não a variável resposta. Os pontos representam os resíduos, a linha cheia em preto, representa a função estimada pelo modelo GAM e a área em cinza mostra o intervalo de confiança com 95%.

Nos mapas representados na Figura 4.15 nota-se uma grande heterogeneidade da distribuição do risco. Uma fração considerável da população com riscos altos encontra-se na porção norte do estado (riscos maiores que 1), enquanto os riscos mais baixos encontra-se na porção sul do estado (riscos menores que 1).

Fica claro como a elevada incidência desse fenômeno está concentrada espacialmente na parte norte do estado, região essa caracterizada por baixos níveis educacionais, PIB mais baixo, alta vulnerabilidade social, baixa renda, domicílios precários e exposição à riscos ambientais.

É possível identificar uma nítida diminuição do risco ao longo da série, onde passa a predominar os riscos abaixo de 1 (em azul nos mapas). Observa-se que os municípios com os maiores riscos, são também aqueles com

menor tamanho populacional e mais distantes dos grandes centros, como por exemplo, da capital do estado.

Os modelos aditivos generalizados aqui usado para modelar a distribuição espaço-temporal do percentual de nascidos vivos de mães adolescentes mostrou-se uma ferramenta muito útil para explicar as tendências do espaço e do tempo, o objetivo principal de usar o GAM é encontrar estimativas que se adequem melhor aos dados, uma vez que, essa metodologia utiliza-se de ferramentas não-paramétricas e de funções *smooth* para melhorar a precisão das estimativas.

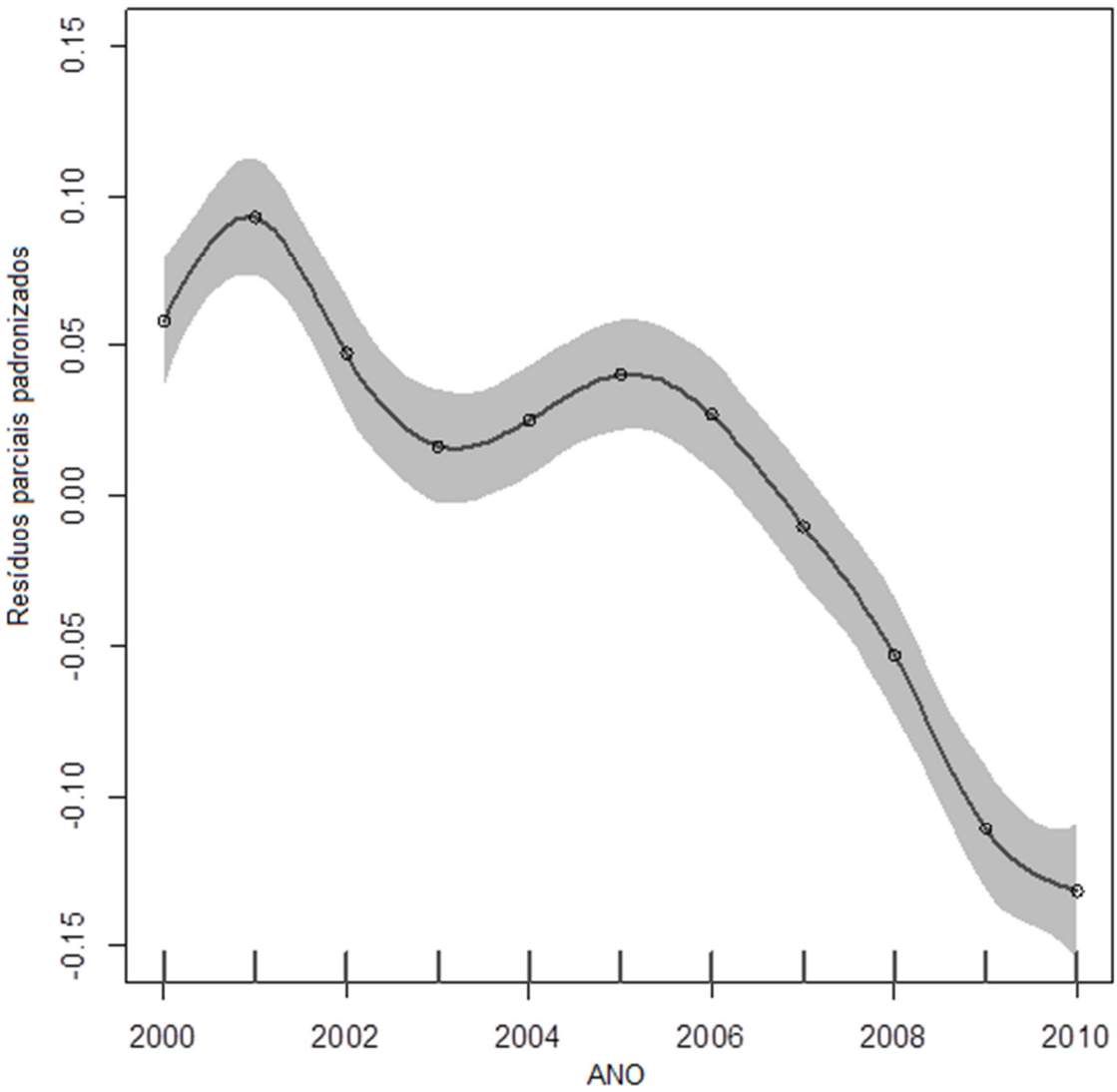


Figura 4.14 – Curva de resposta (*smooth functions*) mostrando o efeito do tempo na gravidez adolescente no estado de Minas Gerais, no período de 2000 a 2010. A área em cinza representa o intervalo de confiança com 95%.

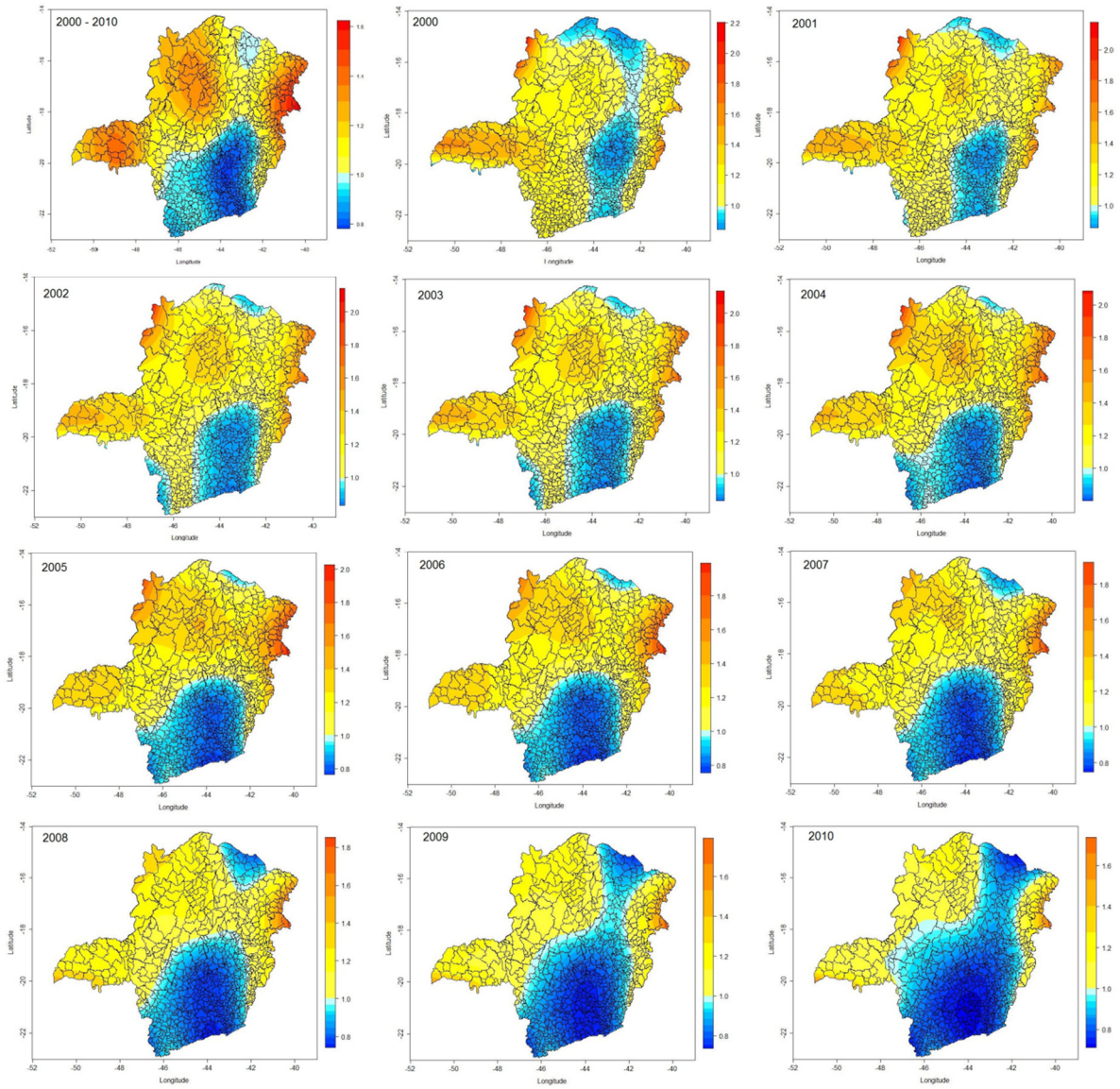


Figura 4.15. Análise espaço-temporal baseado na distribuição binomial negativa do Modelo Aditivo Generalizado para o período de 2000 a 2010.

Capítulo 5

DISCUSSÃO

O presente estudo evidencia uma associação significativa entre a gravidez na adolescência e indicadores econômicos e sociais do estado de Minas Gerais. Os percentuais de nascidos vivos de mães adolescentes se mostraram maiores nos municípios com maiores percentuais de beneficiários do programa Bolsa Família, menor tamanho populacional, menores valores de Índice de desenvolvimento Humano - IDH, menores valores do Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS e menores valores do Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal - IFDM. Os percentuais brutos de nascidos vivos de mães adolescentes evidenciam um padrão espacial para a distribuição da gravidez adolescente em Minas Gerais, descrevendo que os municípios localizados ao norte do estado tendem a apresentar maiores percentuais, enquanto os municípios localizados ao sul tendem a apresentar os menores percentuais. Esta tendência torna-se mais nítida na apresentação do mapa dos percentuais de gravidez adolescente ajustados pelo modelo espacial totalmente bayesiano (Figura 4.2).

Sendo conhecidas as discrepâncias regionais dos indicadores econômicos e de saúde do estado de Minas Gerais, tal que as regiões norte e nordeste trazem níveis de desenvolvimento mais baixos que aqueles encontrados na região sul, observa-se que estas profundas assimetrias trazem algum efeito sobre o fenômeno da gravidez adolescente. O nordeste do estado inclui a mesorregião do Vale do Jequitinhonha, descrita por Stefani et al. (2014) como a mais pobre e menos desenvolvida do estado. Nas microrregiões onde se registrou os maiores percentuais de gravidez adolescente foram também as microrregiões que apresentaram os menores valores do IMRS, ou seja, quanto menor o índice mineiro de responsabilidade social, maiores os percentuais de gravidez adolescente.

Na suavização com o modelo espaço-temporal ajustado pelo IMRS, as microrregiões de Montes Claros e Salinas tiveram uma melhora acentuada no final da série, ano de 2010. Em todas as dimensões de IMRS os menores percentuais foram observados na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte, região essa caracterizada com municípios com maior tamanho populacional, maior oferta e oportunidade de emprego, melhores oportunidades educacionais, lazer e desporto, fazendo assim que a adolescente tenha mais oportunidades e que uma gravidez precoce pode atrapalhar seus planos.

Este estudo utiliza um modelo do tipo ecológico e as características aqui identificadas dizem respeito a um grande contingente populacional, onde se reflete o fenômeno social da gravidez na adolescência de maneira coletiva, e não individual. A maioria dos trabalhos publicados na literatura são conduzidos a nível individual e a população em estudo são mulheres residentes em regiões menores, o que os diferenciam do presente estudo. A maior limitação dos estudos ecológicos é que eles são passíveis do viés ou falácia ecológica, tal que uma associação observada entre grupos de indivíduos não significa, necessariamente, que a mesma associação ocorra ao nível de indivíduos. Porém, os resultados aqui encontrados se assemelham com os resultados encontrados por estudos que não utilizam modelos ecológicos, reforçando assim a hipótese de que o meio em que uma adolescente vive a favorece para uma gravidez precoce.

Os resultados gerados pelos métodos de estimação utilizados neste trabalho mostraram que se faz necessário a suavização para um melhor entendimento do padrão dos percentuais de gravidez adolescente no estado. Os métodos Bayesiano Empírico Local e Bayesiano Empírico Global foram ajustados com o auxílio do *software* TerraView, que traz como vantagem a facilidade em seu manuseio. Entretanto, o programa não gera intervalos de confiança para as quantidades de interesse ou ajustes por covariáveis. Por sua vez, o método Totalmente Bayesiano, ajustado com o auxílio do *software* WinBUGS, gera intervalos de credibilidade e permite a definição das distribuições de probabilidade *a priori* e da distribuição conjunta dos parâmetros de interesse, aumentando assim o conhecimento sobre a precisão das estimativas. Porém, o *software* WinBUGS traz obstáculos para pesquisadores com pouco conhecimento de linguagens de programação. Em um ponto de vista computacional, os resultados obtidos dos métodos Bayesiano Empírico e Totalmente Bayesiano são similares, como observados em outros estudos que utilizaram ferramentas semelhantes (SILVA et al., 2011 e BERNADINELLI e MONTONOLLI, 1992). Entretanto, o método Totalmente Bayesiano permite a obtenção de inferências estatísticas, o que o torna mais vantajoso.

O modelo totalmente bayesiano aqui empregado mostrou-se eficiente na estimação dos percentuais ajustados, sendo que a estrutura espacial e a matriz de vizinhança adotadas mostraram-se adequadas ao conjunto de dados, visto

que, quando incorporados aos modelos, os valores de DIC apresentaram grande redução.

O outro modelo também implementado neste trabalho, o modelo aditivo generalizado – GAM, atualmente vem sendo amplamente utilizado em diversas publicações. Em um contexto epidemiológico, podemos citar os trabalhos de Braga et al. (2010), Honório et al. (2009) e Shimakura et al. (2001), mostrando um bom desempenho na estimação de taxas e outras medidas de interesse.

Uma vantagem do GAM é que, por meio dele, é possível identificar as regiões de risco, onde o número de nascidos vivos de mães adolescentes é significativamente maior. Essas superfícies de risco diferenciado coincidem com as condições socioeconômicas das áreas, havendo uma inversão nos indicadores, ou seja, áreas com as melhores condições socioeconômicas do estado são as áreas com as menores taxas de gravidez na adolescência.

O índice local de associação espacial (LISA) é um bom indicador quanto à existência de associação espacial entre as taxas da variável em estudo. A distribuição espacial da taxa de gravidez adolescente pelo LISA (Figura 4.12) demonstra haver uma clara divisão do território mineiro em duas partes distintas.

A distribuição binomial negativa mostrou-se apropriada para analisar a taxa de nascidos vivos para mães adolescentes no estado de Minas Gerais. Verificou-se uma pequena queda das taxas ao longo dos 11 anos da série estudada, porém a mesma ainda se mostra alta quando comparada com as taxas de países desenvolvidos. Por exemplo, no estudo conduzido por Singh e Darroch (2000), elas realizaram um estudo na Europa no período de 1970 - 1995 e verificaram que nos Países Baixos a taxa de gravidez adolescente para o período foi de 12 gravidezes para cada 1000 adolescentes, e praticamente em todos os países da Europa Ocidental as taxas ficaram abaixo de 40 por 1000.

Os resultados obtidos permitem concluir que existe uma forte dependência espacial para os percentuais de gravidez adolescente entre os municípios de Minas Gerais, o que sugere que a estrutura da vizinhança exerce um papel fundamental para o seu entendimento em relação aos indicadores econômicos e sociais. Os percentuais de gravidez adolescente de um dado município dependem, de certa maneira, dos indicadores dos municípios vizinhos (efeito de vizinhança). No

presente estudo utilizamos um nível de vizinhança em primeira ordem, mas este efeito poderia se estender a níveis mais abrangentes.

O presente estudo destaca a alta relação entre gravidez adolescente e indicadores relativos à educação, o que é compatível com os resultados da literatura que descrevem uma alta correlação entre baixa escolaridade e propensão à maternidade adolescente (KLIKSBERG, 2006). O estudo de Almeida e Aquino (2011) mostrou ser mais frequente a não conclusão da educação básica nas jovens que tinham história de gravidez na adolescência, Jorge et al. (2014) relatam que existe também a relação entre a baixa escolaridade e a recorrência de gravidez na adolescência associada a vulnerabilidade social vivida por elas, e o estudo de Martins et al. (2014) evidenciou que o baixo grau de instrução é um fator que expõe a adolescente a uma gestação não planejada.

Em um estudo caso-controle sobre indicadores sociais de grávidas adolescentes (MICHELAZZO et al., 2004) estimou-se que apenas 6,8% das adolescentes grávidas eram estudantes. Almeida, Aquino e Barros (2006) estudaram a trajetória escolar e a gravidez na adolescência entre jovens de três capitais brasileiras, eles observaram que quase metade das jovens que interromperam seus estudos pelo menos uma vez, relatou uma gravidez na adolescência. Nesse estudo, o abandono escolar foi relatado por 40,1% das jovens cuja gravidez terminou em nascimento de um filho. Além disso, segundo o estudo de Buss e Pellegrini (2006) os filhos adolescentes de mulheres brasileiras com até um ano de escolaridade têm uma probabilidade 23 vezes maior de chegar analfabeto à adolescência, se comparado com os filhos de mulheres com 11 anos ou mais de estudo.

Em adição, a tendência a partos prematuros faz com que os filhos dessas adolescentes estejam expostos a atrasos no desenvolvimento neuropsicomotor e consequentes dificuldades de aprendizado escolar (MÉIO et al., 2004), contribuindo com novas impossibilidades de posições qualificadas no mercado de trabalho, fazendo persistir as desigualdades econômicas e sociais (BARNET et al, 2004). A literatura aponta que as interrupções na trajetória escolar que antecedem a gravidez perpetuam uma situação de exclusão social por várias gerações de mulheres de uma mesma família (ALMEIDA e AQUINO, 2011). Isto sugere que filhos de mães adolescentes estão muitas vezes expostas aos mesmos fatores que desencadearam a ocorrência da gestação precoce, o que leva a um

estado de manutenção da situação de vulnerabilidade por gerações, fenômeno este que Stern (1997) chama de “transmissão da pobreza”.

Nesse estudo foram encontradas evidências de que os baixos níveis de segurança pública estão associados com os maiores percentuais de gravidez na adolescência. Um estudo global (BRAHMBHATT et al., 2014) realizado com adolescentes de idades entre 15 e 19 anos que vivem em áreas urbanas desfavorecidas de cinco diferentes cidades (Baltimore-EUA, Johannesburg-África do Sul, Ibadan-Nigéria, Nova Deli-Índia e Xangai-China) encontrou um padrão semelhante. Neste estudo, as chances de uma adolescente ficar grávida são maiores em bairros violentos e onde o medo de ser assaltado ou agredido é grande. Além disso, o estudo realizado por Copping et al. (2013) apoia o argumento de que a percepção da violência, a precocidade sexual e a gravidez na adolescência estão relacionadas com as condições do ambiente.

Sendo assim, é importante salientar que a discussão sobre gravidez na adolescência não pode ocorrer isolada do contexto geográfico e socioeconômico em que essas jovens estão inseridas. O uso do modelo ecológico aqui empregado para o estudo da gravidez em adolescentes teve por objetivo não somente estudar os fatores associados, mas também as condições regionais, socioeconômicas e de responsabilidade social da comunidade que influenciam uma gravidez precoce, tentando desta forma, auxiliar gestores de saúde a melhor planejar suas ações de controle da natalidade em adolescentes, bem como ações de distribuição de renda, mercado de trabalho e desenvolvimento do estado.

Como uma potencial limitação do presente estudo, considera-se que a completude das informações do SINASC pode não ser homogênea em toda a extensão do estado de Minas Gerais, a exemplo de outros estados brasileiros (SILVA et al., 2014). Um estudo (GUIMARÃES et al., 2013) que avaliou o SINASC em 132 municípios de Minas Gerais em 2010 evidenciou que o sistema não estava implantado adequadamente na maioria dos municípios avaliados, destacando a insuficiência de profissionais qualificados, a coleta e o preenchimento insatisfatórios da Declaração de Nascidos Vivos, subutilização dos dados e precária divulgação das informações. Outro fator limitante refere-se às variáveis que compõem o Índice Mineiro de Responsabilidade Social da Fundação João Pinheiro são originalmente

disponibilizadas por municípios, e ao utilizar-se da média ponderada dos municípios para compor um índice para as microrregiões, implica em uma perda de informação.

E por fim, outra potencial limitação do estudo refere-se a faixa etária das mães adolescentes (10 a 19 anos). O estudo de dados agregados em duas faixas etárias, 10 a 14 anos e 15 a 19 anos, possibilitaria um melhor entendimento do fenômeno, uma vez que a realidade das adolescentes nessas faixas etárias são bem distintas. Por outro lado, ainda que estas limitações possam trazer efeitos importantes sobre os achados deste estudo, pode-se concluir que a gravidez na adolescência é muito mais um problema social do que biológico e, assim sendo, os programas e as ações devem ir muito além de educação sexual e informações sobre métodos preventivos de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA MCC, AQUINO EML. Adolescent pregnancy and completion of basic education: a study of young people in three state capital cities in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**. v.27, n.12, p.2386-2400, 2011.

ALMEIDA MCC, AQUINO EML, BARROS APD. School trajectory and teenage pregnancy in three Brazilian state capitals. **Cadernos de Saúde Pública**, v.22, n.7, p.1397-1409, 2006.

ANSELIN L, SYABRI I, KHO Y. GeoDa: An Introduction to Spatial Data Analysis. **Geographical Analysis**. v.38, n.1, p.5-22, 2005.

ASSUNÇÃO RM, BARRETO SM, GUERRA HL, SAKURAI, E. Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana Maps of epidemiological rates: a Bayesian approach. **Cadernos de Saúde Pública**. v.14, n.4, p.713-723, 1998.

AUGUSTIN NH, BORCHERS DL, CLARKE ED, BUCKLAND ST, WALSH M. Spatiotemporal modelling for the annual egg production method of stock assessment using generalized additive models. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**. v.55, n.12, p.2608-2621, 1998.

BAILEY T. Spatial statistics methods in health. **Cadernos de Saúde Pública**. v.17, n.1, p.1083-1098, 2001.

BARNET B, ARROYO C, DEVOE M, DUGGAN AK. Reduced school dropout rates among adolescent mothers receiving school-based prenatal care. **Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine**. v.158, n.3, p.262-268, 2004.

BEATO F, CLAUDIO C. Determinantes da criminalidade em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais.** v.13, n.37, p.74-87, 1998.

BEMFAM/MACRO. **Pesquisa nacional sobre demografia e saúde 1996**. Rio de Janeiro, p.181, 1997.

BENNETT T, SKATRUD JD, GUILD P, LODA F, KLERMAN LV. Rural adolescent pregnancy: a view from the South. **Family Planning Perspectives**. v. 29, n.6, p.256-267, 1997.

BERGER, KS. **O Desenvolvimento da Pessoa – Da Infância à Adolescência**. 5ª edição. Editora LTC. 2000.

BERENSON AB, WIEMANN CM, MCCOMBS SL. Adverse perinatal outcomes in young adolescents. **The Journal of Reproductive Medicine**. v.42, n.9, p.559-564, 1997.

BERNADINELLI L, MONTONOLLI C. Empirical Bayes versus fully Bayesian analysis of geographical variation in disease risk. **Statistics in Medicine**. v.11, n.8, p.983-1007, 1992.

BERNARDINELLI L, CLAYTON D, PASCUTTO C, MONTOMOLI C, GHISLANDI M, SONGINI M. Bayesian analysis of space-time variation in disease risk. **Statistics in Medicine**. v.14, n.21-22, p.2433-2443, 1995.

BESAG J, KOOPERBERG CL. On conditional and intrinsic autoregressions. **Biometrika.** v.82, n.4, p.733-746, 1995.

BONFENBRENNER, U. Toward an experimental ecology of human development. **American Psychologist**, v.32, n.7, p.513-531, 1977.

BORUCHOVITCH E. Fatores associados a não-utilização de anticoncepcionais na adolescência. **Revista de Saúde Pública**, v.26, n.6, p.437-443, 1992.

BRAGA C,LUNA CF, MARTELLI CMT, SOUZA WV, CORDEIRO MT, ALEXANDER N, ALBUQUERQUE MFPM, SILVEIRA-JUNIOR JC, MARQUES ET. Seroprevalence and risk factors for dengue infection in socio-economically distinct areas of Recife, Brazil. **Acta tropica**, v.113, n.3, p.234-240, 2010.

BRAHMBHATT H, KAGESTEN A, EMERSON M, DECKER MR, OLUMIDE AO, OJENGBEDE O, LOU C, SONENSTEIN FL, BLUM RW, DELANY-MORETLWE S. Prevalence and determinants of adolescent pregnancy in urban disadvantaged settings across five cities. **Journal of Adolescent Health**. v.55, n.6 Suppl, p.48-57, 2014.

BRANSCUM AJ, PEREZ AM, JOHNSON WO, THURMOND MC. Bayesian spatiotemporal analysis of foot-and-mouth disease data from the Republic of Turkey. **Epidemiology and Infection**. v.136, n.6, p.833-842, 2008.

BROOKS-GUNN J, DUNCAN GJ, KLEBANOV PK, SEALAND N. Do Neighborhoods Influence Child and Adolescent Development? **American Journal of Sociology**. v.99, n.2, p.353-395, 1993.

BRUNO ZV, BAILEY PE. Gravidez em adolescentes no Ceará: maternidade ou aborto. In: VIEIRA EM, FERNANDES MEL, BAILEY P, MCKARA A. **Seminário gravidez na adolescência**. Rio de Janeiro: Ministério da Saúde/Family Health International/Associação Saúde da Família, p.57-66, 1998.

BUSS PM, PELLEGRINI FILHO A. Iniquidades em saúde no Brasil, nossa mais grave doença: comentários sobre o documento de referência e os trabalhos da Comissão Nacional sobre Determinantes Sociais da Saúde. **Cadernos de Saúde Pública.** v.22, n.9, p.2005-2008, 2006.

CAMARANO AA. Fecundidade e anticoncepção da população de 15 a 19 anos. In: VIEIRA EM, FERNANDES MEL, BAILEY P, MCKARA A. **Seminário gravidez na adolescência.** Rio de Janeiro: Ministério da Saúde/ Family Health International/Associação Saúde da Família, p.35-46, 1998.

CASTRO MSM, VIEIRA VA, ASSUNÇÃO RM. Padrões espaço-temporais da mortalidade por câncer de pulmão no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v.7, n.2, p.131-143, 2004.

CARVALHO MS, SOUZA-SANTOS R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. **Cadernos de Saúde Pública**. v.21, n.2, p.361-378, 2005.

CHALEM E, MITSUHIRO SS, FERRI CP, BARROS MCM, GUINSBURG R, LARANJEIRA R. Gravidez na adolescência: perfil sócio-demográfico e comportamental de uma população da periferia de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. v.23, n.1, p.177-186, 2007.

COPPING LT, CAMPBELL A, MUNCER S. Violence, teenage pregnancy, and life history: ecological factors and their impact on strategy-driven behavior. **Human Nature**. v.24, n.2, p.137-157, 2013.

CORREIA LL, MCAULIFFE JF, ROUQUAYROL MZ, ALMEIDA-FILHO N. Saúde materno-infantil. In: ROUQUAYROL MZ, ALMEIDA FILHO N. **Epidemiologia e Saúde**. 5ª ed. Rio de Janeiro: MEDSI, p.375-403, 1999.

COSTA COM, SANTOS CAST, SOBRINHO CN, MOURA MSQ, SOUZA KEP, ASSIS DR. Gravidez na adolescência: associação de variáveis sociodemográficas e biomédicas maternas com resultado neonatal. Feira de Santana – Bahia. **Revista Baiana Saúde Pública.** v.29, n.6, p.300-312, 2005.

COTES P, ARANHA C, BARBI D. **Mães antes da hora**. Época. Seção Comportamento, p.54-59, 2004.

CUNHA AA, MONTEIRO DLM. Gravidez na adolescência como problema de saúde pública. In: Monteiro DLM, Cunha AA, Bastos AC. **Gravidez na Adolescência**. Revinter; Rio de Janeiro, 1998.

DADOORIAN D. **Pronta para voar: um novo olhar sobre a gravidez na adolescência.** Rio de Janeiro, Rocca, 177p, 2000.

DATAGERAIS. Software Índice Mineiro de Responsabilidade Social versão 2009. ESM Consultoria, 2005. Disponível em: <http://www.datagerais.mg.gov.br/site/int_download.php>. Acesso em: 05 fev 2015.

ELLIOTT P, HILLS M, BERESFORD J, KLEINSCHIMIDT I, JOLLEY D, PATTENDEN S, RODRIGUES L, WESTLAKE A, ROSE G. Incidence of câncer of the larynx and lung câncer near incinerators of waste solventes and oil in Great Britain. **The Lancet**, v.339, n.8797, p.854-858, 1992.

ELLIOTT P, WARTENBERG D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. **Environmental Health Perspectives**. v.112, n.9, p.998-1006, 2004.

ESRI ArcGIS Desktop: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2011.

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.firjan.org.br>. Acesso em: 01 Abr 2015.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Responsável pela elaboração do Índice Mineiro de Responsabilidade Social - IMRS. Disponível em: <http://www.datagerais.mg.gov.br/site/int_imrs.php> Acesso em: 21 mar 2015.

GAMA SGN, SZWARCWALD CL, LEAL MC, Experiência de gravidez na adolescência, fatores associados e resultados perinatais entre puérperas de baixa renda. **Cadernos de Saúde Pública**, v.18, n.1, p.153-161, 2002.

GOLD R, KAWACHI I, KENNEDY BP, LYNCH JW, CONNELL FA. Ecological Analysis of Teen Birth Rates: Association With Community Income and Income Inequality. **Maternal and Child Health Journal**. v.5, n.3, p.161-167, 2001.

GUIMARÃES EMB. Gravidez na adolescência: uma visão multidisciplinar. **Pediatria Moderna**, v. 37, n. Edição Especial, 2001.

GUIMARÃES EADA, HARTZ ZMDA, LOYOLA FILHO AID, MEIRA AJD, LUZ ZMPD. Avaliação da implantação do sistema de informação sobre nascidos vivos em municípios de minas gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública.** v.29, n.10, p.2105-2118, 2013.

HASTIE TJ, TIBSHIRANI RJ. **Generalized Additive Models**. Chapman & Hall, 1990.

HAU LC, NASCIMENTO LFC, TOMAZINI JE. Geoprocessing to identify the pattern of birth profile in Vale do Paraíba. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**. v.31, n.4, p.171-176, 2009.

HEILBORN ML. Gravidez na adolescência: considerações preliminares sobre as dimensões culturais de um problema social. In: VIEIRA EM, FERNANDES MEL, BAILEY P, MCKARA A. **Seminário gravidez na adolescência**. Rio de Janeiro:

Ministério da Saúde/Family Health International/Associação Saúde da Família. p. 23-32, 1998.

HEILBORN ML, SALEM T, ROHDEN F, BRANDÃO E, KNAUTH D, VICTORIA C, AQUINO E, MCCALLUM C, BOZON M. Aproximações socioantropológicas sobre a gravidez na adolescência. **Horizontes Antropológicos**. v.8, n.17, p.13-45, 2002.

HENRIQUES-MUELLER MH, YUNES J. Adolescencia: equivocaciones y esperanzas. In: **OPAS/OMS Genero, Mujer y Salud en Las Americas**. Washington, DC. Publicación Científica. v.541, p.46-67, 1993.

HOFFMANN R, SIMÃO RCS. Determinantes do rendimento das pessoas ocupadas em Minas Gerais em 2000: o limiar no efeito da escolaridade e as diferenças entre mesorregiões. **Nova Economia.** v.15, n.2, p.35-62, 2005.

HOGAN M. Media matters for youth health. **Journal of adolescent health**. v.27, n.2, p.73-76, 2000.

HONÓRIO NA, NOGUEIRA RMR, CODEÇO CT, CARVALHO MS, CRUZ OG, MAGALHÃES MAFM, ARAÚJO JMG, ARAÚJO ESM, GOMES MQ, PINHEIRO LS, PINEL CS, OLIVEIRA RL. Spatial evaluation and modeling of dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases.** v.3, n.11, p.e545, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em: 01 abr 2015.

ILLIAN J, PENTTINEN A, STOYAN H, STOYAN D. **Statistical analysis and modelling of spatial point patterns**. New York: J. Wiley, 534p, 2008.

JORGE MG, FONSECA SC, SILVA KS, COSTA SF. Recorrência de gravidez em adolescentes usuárias do Sistema Único de Saúde. **Revista Adolescência e Saúde**. v.11, n.3, p.22-31, 2014.

KLIKSBERG B. O contexto da juventude na América Latina e no Caribe: as grandes interrogações. **Revista de Administração Pública**. v.40, n.5, p.909-942, 2006.

LAST, JM. **A dictionary of epidemiology**. Oxford: University Press, 2001.

LAWSON, AB. **Statistical methods in spatial epidemiology**. John Wiley & Sons, 2013.

LEYLAND AH, DAVIES CA. Empirical Bayes methods for disease mapping. **Statistical Methods in Medical Research**. v.14, n.1, p.14-17, 2005.

LIMA CTB, FELICIANO KVO, CARVALHO MFS, SOUZA APP, MENABÓ, JBC, RAMOS LS, CASSUNDÉ LF, KOVACS MH. Percepções e práticas de adolescentes grávidas e de familiares em relação à gestação. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v.4, n.1, p.71-83, 2004.

LUNN DJ, THOMAS A, BEST N, SPIEGELHALTER D. WinBUGS – a Bayesian modeling framework: concepts, structure, and extensibility. **Statistics and Computing**. v.10, n.4, p.325-337, 2000.

MARANDUBA JUNIOR NG, ALMEIDA ES. Análise de convergência espacial dos repasses da Lei Robin Hood. **Economia e Sociedade**. v.18, n.3, p.583-601, 2009.

MARSHALL RJ. Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators. **Journal of the Royal Statistical Society Series C Applied Statistics**. v.40, n.2, p.283-294, 1991.

MARTINEZ EZ, ACHCAR JA. Trends in epidemiology in the 21st century: time to adopt Bayesian methods. **Cadernos de Saúde Pública**. v.30, n.4, p.703-714, 2014.

MARTINEZ EZ, ROZA DL, CACCIA-BAVA MCGG, ACHCAR JA, DAL-FABBRO AL. Gravidez na adolescência e características socioeconômicas dos municípios do Estado de São Paulo, Brasil: análise espacial. **Cadernos de Saúde Pública**. v.27, n.5, p.855-867, 2011.

MARTINS PCR, PONTES ERJC, PARANHOS FILHO AC, RIBEIRO AA. Gravidez na adolescência: estudo ecológico na microrregiões de saúde do Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil – 2008. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. v.23, n.1, p.91-100, 2014.

MCCULLAGH P, NELDER JA. **Generalized linear models** (Vol. 37). CRC press., 1989.

MÉIO MD, LOPES CS, MORSCH DS, MONTEIRO APG. Desenvolvimento cognitivo de crianças prematuras de muito baixo peso na idade pré-escolar. **Journal of Pediatrics**. v.80, n.6, p.495-502, 2004.

MICHELAZZO D, YAZLLE MEHD, MENDES MC, PATTA, MC, ROCHA JSY, MOURA MD. Indicadores sociais de grávidas adolescentes: estudo caso-controle. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v.26, n.8, p.633-639, 2004.

MONTANARI PM. Jovens e deficiência. Comportamento e corpos desviantes. In: **Cadernos juventude saúde e desenvolvimento**. Brasília, Ministério da Saúde, Secretária de Políticas de Saúde, p.97-108, 1999.

MORGENSTERN H. Ecologic studies in epidemiology: Concepts, Principles, and Methods. **Annual Review of Public Health**.v.16, n.1, p.61-81, 1995.

MURARO RM. Introdução. In: MURARO RM. **Sexualidade da mulher brasileira: corpo e classe social no Brasil**. 5a ed., Rosa dos Tempos, Rio de Janeiro, p.13-17, 1996.

NETO FRGX, DIAS MAS, ROCHA J, CUNHA ICKO . Gravidez na adolescência: motivos e percepções de adolescentes. **Revista Brasileira de Enfermagem**. v.60, n.3, p.279-285, 2007.

NOGUEIRA MJ, SILVA BFA, BARCELOS SM, SCHALL VT. Análise da distribuição espacial da gravidez adolescente no município de Belo Horizonte – MG. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. v.12, n.3, p.297-312, 2009.

OSÓRIO LC. O que é a adolescência, afinal?. In: OSÓRIO LC. **Adolescente hoje**. Porto Alegre, Artes Médicas, p.10-13, 1989.

PAIXÃO ECJG. **Ser mãe na adolescência: uma reflexão sobre o cuidado do recém nascido**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2003. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br>. Acesso em: 14 julho 2015.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing,Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL http://www.R-project.org, 2008.

SCHOLL TO, HEDIGER ML, BELSKY DH. Prenatal care and maternal health during adolescent pregnancy: a review and meta-analysis. **Journal of Adolescent Health**, v.15, n.6, p.444-456, 1994.

SHIMAKURA SE, CARVALHO MS, AERTS DRGC, FLORES R. Distribuição espacial do risco: modelagem da mortalidade infantil em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, n.5, p.1251-1261, 2001.

SILVA JLP. A gravidez na adolescência: uma visão multidisciplinar. In: SAITO MI, SILVA LEV. **Adolescência: prevenção e risco**. São Paulo: Editora Atheneu, p.299-305, 2001.

SILVA SLC, FACHEL JMG, KATO SK, BASSANESI SL. Visualização dos padrões de variação da taxa de mortalidade infantil no Rio Grande do Sul, Brasil: comparação entre as abordagens Bayesiana Empírica e Totalmente Bayesiana. **Cadernos de Saúde Pública**. v.27, n.7, p.1423-32, 2011.

SILVA LPD, MOREIRA CMM, AMORIM MHC, CASTRO DSD, ZANDONADE E. Avaliação da qualidade dos dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos e do Sistema de Informações sobre Mortalidade no período neonatal, Espírito Santo, Brasil, de 2007 a 2009. **Ciência e Saúde Coletiva**. v.19, n.7, p.2011-2020, 2014.

SINASC – Sistema de Informações de Nascidos Vivos. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br>. Acesso em: 17 mar 2015.

SINGH S, DARROCH JE. Adolescent pregnancy and childbearing: levels and trends in developed countries. **Family Planning Perspectives**. v.32, n.1, p.14-23, 2000.

STEFANI J, NUNES MA, MATOS R. Índice mineiro de responsabilidade social e sua dinâmica na região de planejamento Jequitinhonha/Mucuri. **Caderno de Geografia**. v.24, n.41, p.17-33, 2014.

STERN C. Teenage pregnancy as a public problem: a critical review. **Salud Publica de Mexico**. v.39, n.2, p.137-143, 1997.

SPIEGELHALTER DJ, BEST NG, CARLIN BP, VAN DER LINDE A. Bayesian measures of model complexity and fit (with discussion). **Journal of the Royal Statistical Society: Series B**. v.64, n.4, p.583-616, 2002.

SUSSER, M. The logic in ecological. **American Journal Public Health**, v.84, n.5, p.825-829, 1994.

SZWARCWALD CL, ANDRADE CLT, BASTOS FI. Income inequality, residential poverty dustering and infant mortality: a study in Rio de Janeiro, Brazil. **Social Science & Medicine**, v.55, n.12, p.2083-2092, 2002.

TAQUETTE SR, VILHENA MMD, PAULA MCD. Doenças sexualmente transmissíveis na adolescência: estudo de fatores de risco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.37, n.3, p.210-214, 2004.

TEIXEIRA SAM, TAQUETTE SR. Violência e atividade sexual desprotegida em adolescentes menores de 15 anos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.4, p.440-446, 2010.

TERRAVIEW 4.2.2. São José dos Campos, SP: INPE, 2013. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview. Acesso em: 05 Ago 2015.

VALVERDE JA, JOVANIS PP. Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. **Accident Analysis & Prevention**. v.38, n.3, p.618-625, 2006.

WALLER LA, GOTWAY CA. **Applied Spatial Statistics for Public Health Data**. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2004.

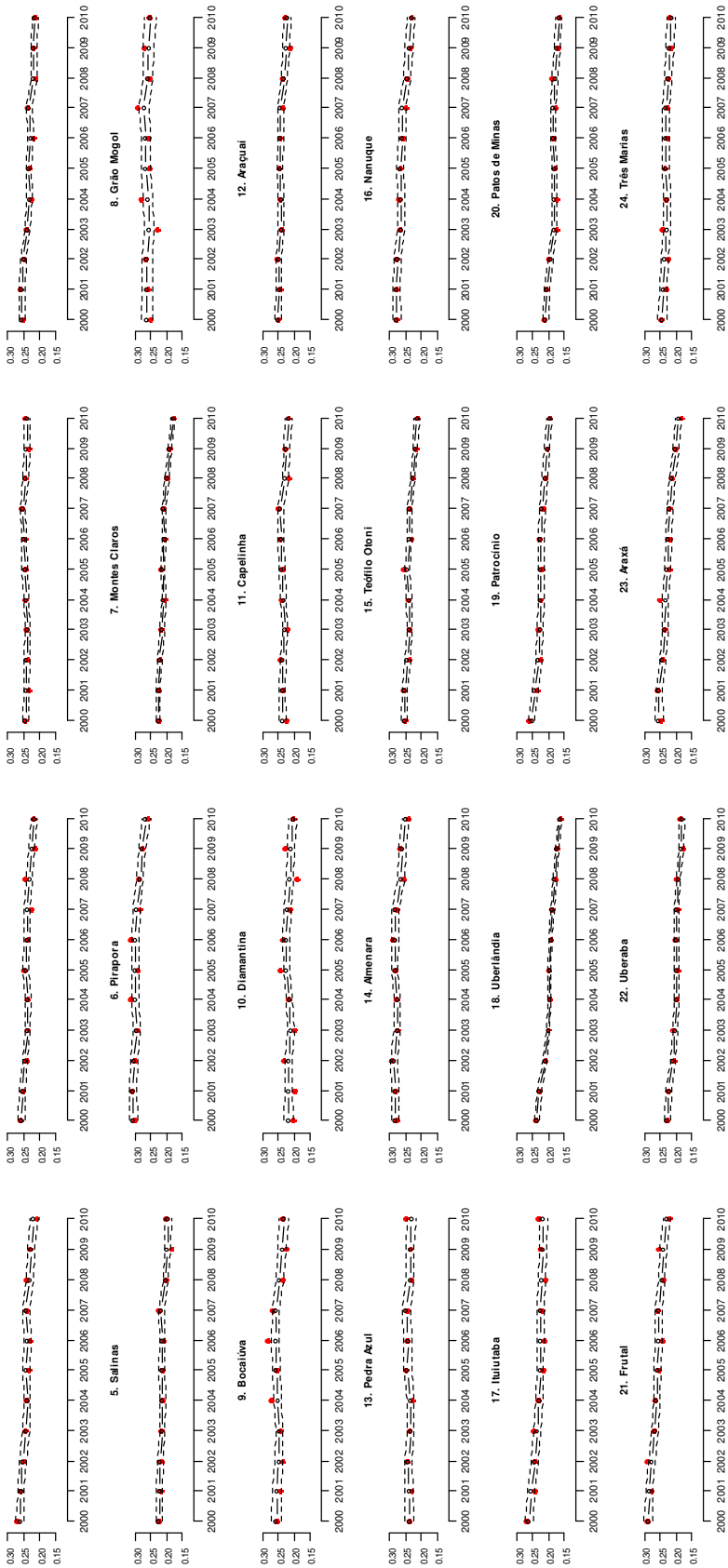
WONG, DL. Enfermagem pediátrica: elementos essenciais à instrumentação efetiva. **Enfermagem pediátrica: elementos essenciais à instrumentação efetiva**, 1999.

WOOD S. **Generalized additive models: an introduction with R**. CRC press, 2006.

APÊNDICES

Apêndice A

Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos

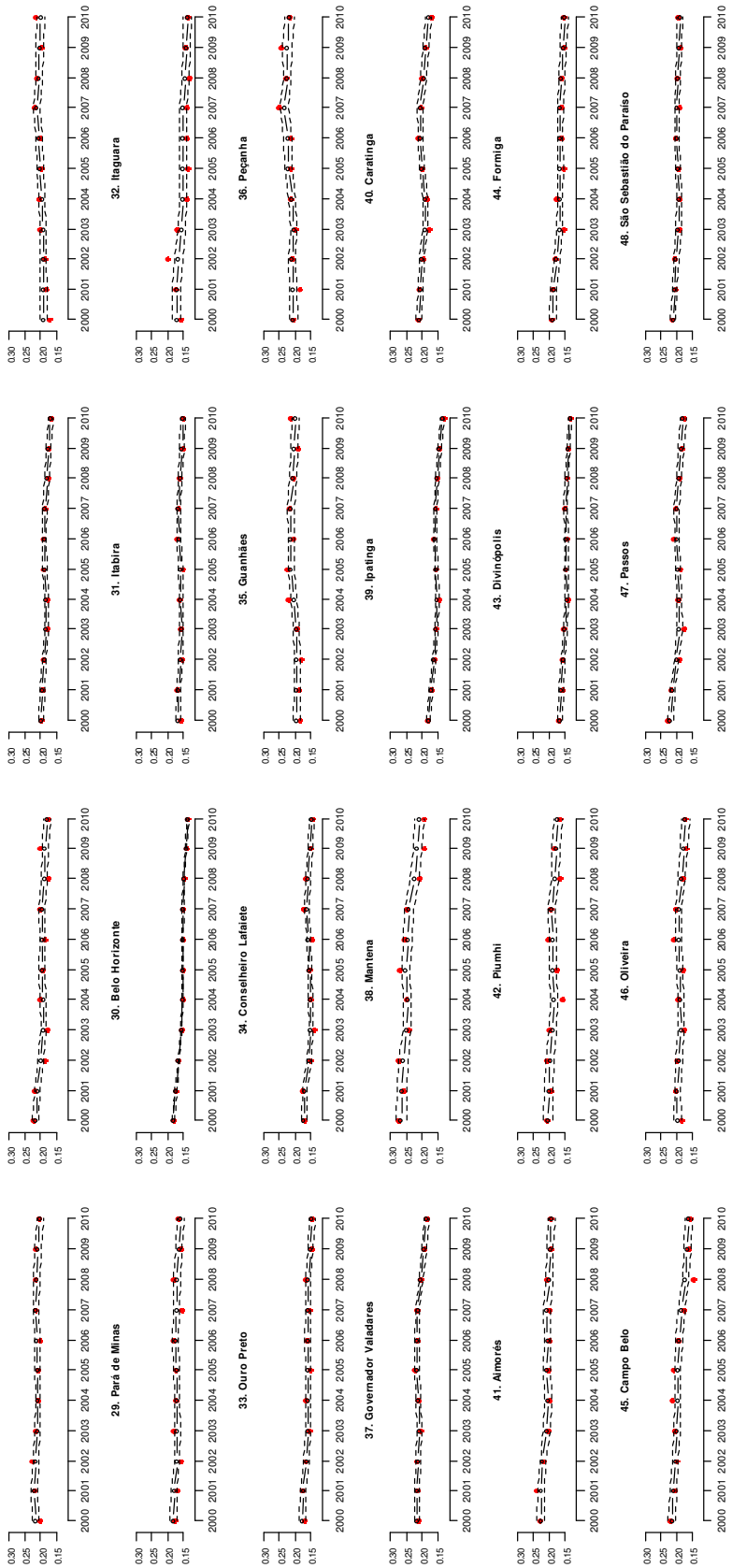


Ajuste do modelo em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados do percentual de gravidez em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média de gravidez adolescente, e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.

(continua)

Apêndice B

Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos

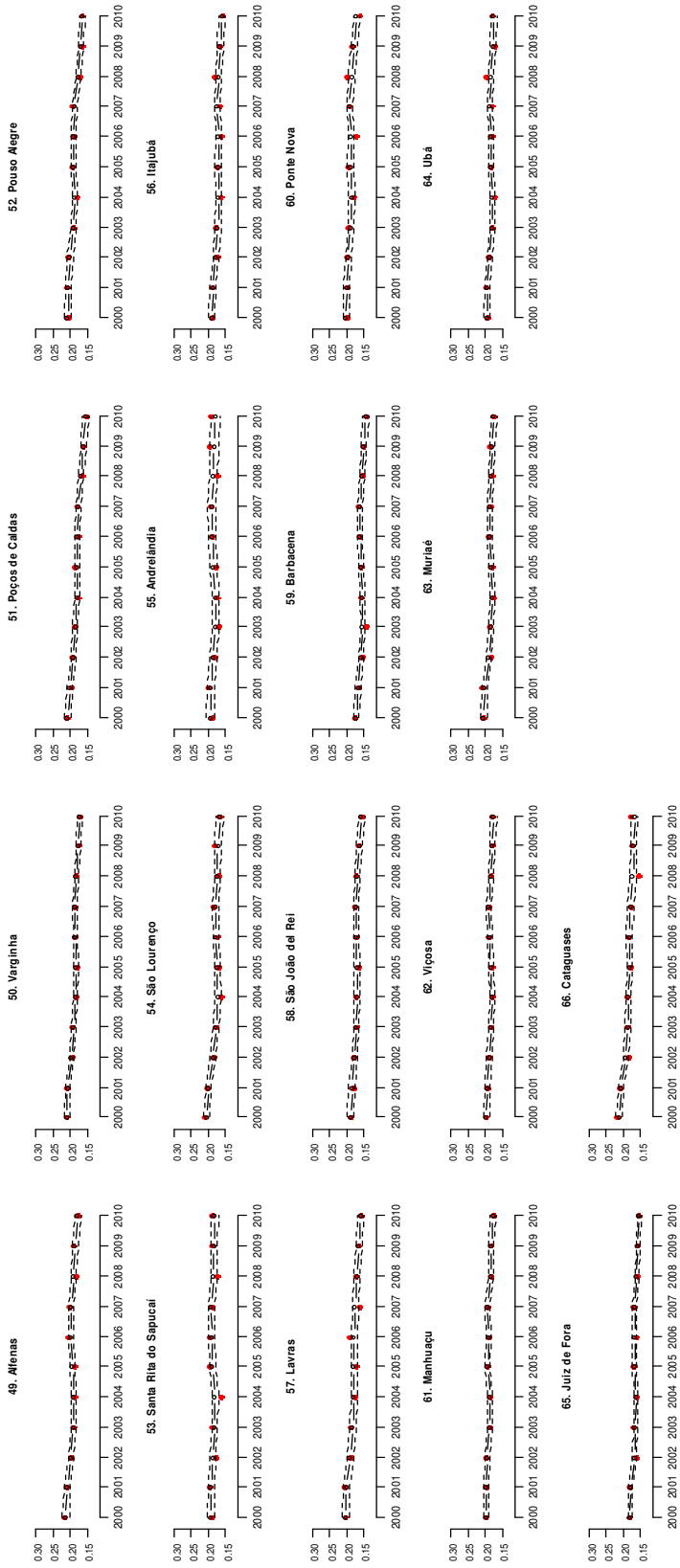


Ajuste do modelo em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados do percentual de gravidez em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média de gravidez adolescente, e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.

(continua)

Apêndice C

Ajuste do modelo espaço-temporal em relação aos dados brutos



Ajuste do modelo em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados do percentual de gravidez em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média de gravidez adolescente, e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.

Apêndice D

Tabela do modelo espaço-temporal: IMRS Educação

		Taxa de gravidez		Razão entre as taxas		
Variáveis	**N**	**Taxa**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Educação 2000						
0,49 - 0,57	33	0,2194	(0,2171 ; 0,2218)	1,018	(1,005 ; 1,030)	*
0,58 - 0,67	33	0,2156	(0,2134 ; 0,2179)	1,000	Referência	
Educação 2001						
0,49 - 0,57	33	0,2168	(0,2147 ; 0,2190)	1,018	(1,007 ; 1,029)	*
0,58 - 0,67	33	0,2129	(0,2108 ; 0,2151)	1,000	Referência	
Educação 2002						
0,49 - 0,57	33	0,2099	(0,2078 ; 0,2121)	1,023	(1,012 ; 1,033)	*
0,58 - 0,67	33	0,2053	(0,2033 ; 0,2074)	1,000	Referência	
Educação 2003						
0,49 - 0,57	33	0,2038	(0,2017 ; 0,2058)	1,027	(1,016 ; 1,038)	*
0,58 - 0,67	33	0,1984	(0,1964 ; 0,2004)	1,000	Referência	
Educação 2004						
0,49 - 0,57	33	0,2031	(0,2010 ; 0,2052)	1,030	(1,019 ; 1,041)	*
0,58 - 0,67	33	0,1971	(0,1951 ; 0,1991)	1,000	Referência	
Educação 2005						
0,49 - 0,57	33	0,2049	(0,2030 ; 0,2066)	1,026	(1,014 ; 1,038)	*
0,58 - 0,67	33	0,1997	(0,1951 ; 0,1991)	1,000	Referência	
Educação 2006						
0,49 - 0,57	33	0,2067	(0,2046 ; 0,2089)	1,034	(1,023 ; 1,045)	*
0,58 - 0,67	33	0,2000	(0,1980 ; 0,2021)	1,000	Referência	
Educação 2007						
0,49 - 0,57	33	0,2073	(0,2051 ; 0,2095)	1,039	(1,027 ; 1,051)	*
0,58 - 0,67	33	0,1995	(0,1974 ; 0,2016)	1,000	Referência	
Educação 2008						
0,49 - 0,57	33	0,1999	(0,1977 ; 0,2021)	1,039	(1,027 ; 1,051)	*
0,58 - 0,67	33	0,1923	(0,1902 ; 0,1944)	1,000	Referência	
Educação 2009						
0,49 - 0,57	33	0,1945	(0,1922 ; 0,1968)	1,041	(1,028 ; 1,054)	*
0,58 - 0,67	33	0,1869	(0,1848 ; 0,1890)	1,000	Referência	
Educação 2010						
0,49 - 0,57	33	0,1888	(0,1864 ; 0,1912)	1,041	(1,026 ; 1,056)	*
0,58 - 0,67	33	0,1814	(0,1791 ; 0,1836)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice E

Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Finanças Municipais

		Taxas de gravidez		Razão entre as taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Finanças 2000						
0,49 - 0,61	35	0,2234	(0,2211 ; 0,2257)	1,059	(1,046 ; 1,073)	*
0,62 - 0,76	31	0,2109	(0,2087 ; 0,2132)	1,000	Referência	
Finanças 2001						
0,49 - 0,61	35	0,2208	(0,2187 ; 0,2230)	1,061	(1,049 ; 1,073)	*
0,62 - 0,76	31	0,2082	(0,2161 ; 0,2103)	1,000	Referência	
Finanças 2002						
0,49 - 0,61	35	0,2137	(0,2115 ; 0,2158)	1,064	(1,053 ; 1,075)	*
0,62 - 0,76	31	0,2008	(0,1988 ; 0,2029)	1,000	Referência	
Finanças 2003						
0,49 - 0,61	35	0,2074	(0,2053 ; 0,2094)	1,069	(1,058 ; 1,080)	*
0,62 - 0,76	31	0,194	(0,1920 ; 0,1961)	1,000	Referência	
Finanças 2004						
0,49 - 0,61	35	0,2068	(0,2047 ; 0,2089)	1,074	(1,062 ; 1,085)	*
0,62 - 0,76	31	0,1926	(0,1906 ; 0,1946)	1,000	Referência	
Finanças 2005						
0,49 - 0,61	35	0,2096	(0,2075 ; 0,2117)	1,072	(1,061 ; 1,084)	*
0,62 - 0,76	31	0,1955	(0,1935 ; 0,1975)	1,000	Referência	
Finanças 2006						
0,49 - 0,61	35	0,2101	(0,2079 ; 0,2123)	1,072	(1,060 ; 1,083)	*
0,62 - 0,76	31	0,196	(0,1940 ; 0,1981)	1,000	Referência	
Finanças 2007						
0,49 - 0,61	35	0,2099	(0,2078 ; 0,2121)	1,071	(1,060 ; 1,083)	*
0,62 - 0,76	31	0,1960	(0,1939 ; 0,1981)	1,000	Referência	
Finanças 2008						
0,49 - 0,61	35	0,2021	(0,2000 ; 0,2043)	1,068	(1,056 ; 1,080)	*
0,62 - 0,76	31	0,1892	(0,1871 ; 0,1913)	1,000	Referência	
Finanças 2009						
0,49 - 0,61	35	0,1965	(0,1942 ; 0,1987)	1,067	(1,053 ; 1,080)	*
0,62 - 0,76	31	0,1842	(0,1821 ; 0,1864)	1,000	Referência	
Finanças 2010						
0,49 - 0,61	35	0,1904	(0,1881 ; 0,1927)	1,063	(1,048 ; 1,079)	*
0,62 - 0,76	31	0,1791	(0,1769 ; 0,1813)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice F

Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Meio Ambiente e Habitação

		Taxas de gravidez		Razão entre Taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Ambiente 2000						
0,25 - 0,35	38	0,2200	(0,2178 ; 0,2222)	1,027	(1,014 ; 1,040)	*
0,36 - 0,56	28	0,2142	(0,2117 ; 0,2166)	1,000	Referência	
Ambiente 2001						
0,25 - 0,35	38	0,2173	(0,2153 ; 0,2193)	1,027	(1,016 ; 1,039)	*
0,36 - 0,56	28	0,2116	(0,2094 ; 0,2139)	1,000	Referência	
Ambiente 2002						
0,25 - 0,35	38	0,2098	(0,2078 ; 0,2118)	1,024	(1,013 ; 1,036)	*
0,36 - 0,56	28	0,2048	(0,2026 ; 0,207)	1,000	Referência	
Ambiente 2003						
0,25 - 0,35	38	0,2033	(0,2014 ; 0,2053)	1,027	(1,015 ; 1,038)	*
0,36 - 0,56	28	0,1981	(0,1959 ; 0,2002)	1,000	Referência	
Ambiente 2004						
0,25 - 0,35	38	0,2024	(0,2004 ; 0,2044)	1,027	(1,016 ; 1,038)	*
0,36 - 0,56	28	0,1970	(0,1949 ; 0,1992)	1,000	Referência	
Ambiente 2005						
0,25 - 0,35	38	0,2052	(0,2032 ; 0,2072)	1,026	(1,015 ; 1,037)	*
0,36 - 0,56	28	0,2000	(0,1978 ; 0,2022)	1,000	Referência	
Ambiente 2006						
0,25 - 0,35	38	0,2055	(0,2035 ; 0,2076)	1,024	(1,013 ; 1,035)	*
0,36 - 0,56	28	0,2007	(0,1985 ; 0,203)	1,000	Referência	
Ambiente 2007						
0,25 - 0,35	38	0,2055	(0,2034 ; 0,2076)	1,025	(1,013 ; 1,036)	*
0,36 - 0,56	28	0,2005	(0,1983 ; 0,2028)	1,000	Referência	
Ambiente 2008						
0,25 - 0,35	38	0,1980	(0,1959 ; 0,2000)	1,023	(1,011 ; 1,035)	*
0,36 - 0,56	28	0,1935	(0,1913 ; 0,1958)	1,000	Referência	
Ambiente 2009						
0,25 - 0,35	38	0,1929	(0,1907 ; 0,1950)	1,027	(1,014 ; 1,040)	*
0,36 - 0,56	28	0,1878	(0,1855 ; 0,1901)	1,000	Referência	
Ambiente 2010						
0,25 - 0,35	38	0,1873	(0,1851 ; 0,1895)	1,028	(1,013 ; 1,043)	*
0,36 - 0,56	28	0,1821	(0,1797 ; 0,1846)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice G

Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Segurança Pública

		Taxas de gravidez		Razão entre as taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Segurança 2000						
0,45 - 0,64	34	0,2212	(0,2190 ; 0,2235)	1,036	(1,023 ; 1,048)	*
0,65 - 0,85	32	0,2136	(0,2114 ; 0,2159)	1,000	Referência	
Segurança 2001						
0,45 - 0,64	34	0,219	(0,2169 ; 0,2211)	1,040	(1,029 ; 1,052)	*
0,65 - 0,85	32	0,2105	(0,2084 ; 0,2127)	1,000	Referência	
Segurança 2002						
0,45 - 0,64	34	0,2125	(0,2104 ; 0,2146)	1,049	(1,038 ; 1,060)	*
0,65 - 0,85	32	0,2025	(0,2004 ; 0,2046)	1,000	Referência	
Segurança 2003						
0,45 - 0,64	34	0,2065	(0,2044 ; 0,2085)	1,057	(1,046 ; 1,068)	*
0,65 - 0,85	32	0,1954	(0,1933 ; 0,1974)	1,000	Referência	
Segurança 2004						
0,45 - 0,64	34	0,2058	(0,2038 ; 0,2079)	1,061	(1,049 ; 1,072)	*
0,65 - 0,85	32	0,1941	(0,1920 ; 0,1961)	1,000	Referência	
Segurança 2005						
0,45 - 0,64	34	0,2091	(0,2070 ; 0,2112)	1,064	(1,053 ; 1,076)	*
0,65 - 0,85	32	0,1965	(0,1944 ; 0,1985)	1,000	Referência	
Segurança 2006						
0,45 - 0,64	34	0,2098	(0,2077 ; 0,2119)	1,066	(1,054 ; 1,077)	*
0,65 - 0,85	32	0,1968	(0,1947 ; 0,1990)	1,000	Referência	
Segurança 2007						
0,45 - 0,64	34	0,2100	(0,2078 ; 0,2121)	1,069	(1,058 ; 1,081)	*
0,65 - 0,85	32	0,1964	(0,1942 ; 0,1985)	1,000	Referência	
Segurança 2008						
0,45 - 0,64	34	0,2023	(0,2002 ; 0,2044)	1,068	(1,056 ; 1,080)	*
0,65 - 0,85	32	0,1895	(0,1874 ; 0,1916)	1,000	Referência	
Segurança 2009						
0,45 - 0,64	34	0,1968	(0,1947 ; 0,1990)	1,069	(1,056 ; 1,082)	*
0,65 - 0,85	32	0,1842	(0,1820 ; 0,1864)	1,000	Referência	
Segurança 2010						
0,45 - 0,64	34	0,1913	(0,1890 ; 0,1936)	1,072	(1,056 ; 1,087)	*
0,65 - 0,85	32	0,1785	(0,1762 ; 0,1808)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice H

Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Renda e Emprego

		Taxas de gravidez		Razão entre taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Renda 2000						
0,43 - 0,59	32	0,224	(0,2216 ; 0,2265)	1,059	(1,046 ; 1,072)	*
0,60 - 0,76	34	0,2115	(0,2094 ; 0,2137)	1,000	Referência	
Renda 2001						
0,43 - 0,59	32	0,2214	(0,2192 ; 0,2237)	1,061	(1,049 ; 1,072)	*
0,60 - 0,76	34	0,2087	(0,2067 ; 0,2107)	1,000	Referência	
Renda 2002						
0,43 - 0,59	32	0,2145	(0,2123 ; 0,2167)	1,066	(1,055 ; 1,078)	*
0,60 - 0,76	34	0,2012	(0,1992 ; 0,2031)	1,000	Referência	
Renda 2003						
0,43 - 0,59	32	0,2083	(0,2062 ; 0,2105)	1,072	(1,061 ; 1,084)	*
0,60 - 0,76	34	0,1943	(0,1924 ; 0,1962)	1,000	Referência	
Renda 2004						
0,43 - 0,59	32	0,2078	(0,2057 ; 0,2100)	1,078	(1,067 ; 1,089)	*
0,60 - 0,76	34	0,1928	(0,1909 ; 0,1947)	1,000	Referência	
Renda 2005						
0,43 - 0,59	32	0,2111	(0,2089 ; 0,2133)	1,080	(1,069 ; 1,092)	*
0,60 - 0,76	34	0,1954	(0,1934 ; 0,1973)	1,000	Referência	
Renda 2006						
0,43 - 0,59	32	0,2115	(0,2092 ; 0,2137)	1,079	(1,068 ; 1,090)	*
0,60 - 0,76	34	0,196	(0,1940 ; 0,1980)	1,000	Referência	
Renda 2007						
0,43 - 0,59	32	0,2115	(0,2093 ; 0,2138)	1,081	(1,069 ; 1,093)	*
0,60 - 0,76	34	0,1957	(0,1937 ; 0,1977)	1,000	Referência	
Renda 2008						
0,43 - 0,59	32	0,2038	(0,2015 ; 0,2061)	1,079	(1,067 ; 1,091)	*
0,60 - 0,76	34	0,1889	(0,1869 ; 0,1909)	1,000	Referência	
Renda 2009						
0,43 - 0,59	32	0,1983	(0,1959 ; 0,2006)	1,080	(1,067 ; 1,093)	*
0,60 - 0,76	34	0,1836	(0,1816 ; 0,1856)	1,000	Referência	
Renda 2010						
0,43 - 0,59	32	0,1924	(0,1899 ; 0,1949)	1,080	(1,064 ; 1,095)	*
0,60 - 0,76	34	0,1782	(0,1761 ; 0,1803)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice I

Tabela do modelo espaço-temporal – IMRS Cultura e Esporte

		Taxas de gravidez		Razão entre as taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Cultura e esporte 2000						
0,33 - 0,63	32	0,2191	(0,2166 ; 0,2216)	1,014	(1,001 ; 1,027)	*
0,64 - 0,89	34	0,2161	(0,2140 ; 0,2182)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2001						
0,33 - 0,63	32	0,2170	(0,2148 ; 0,2193)	1,019	(1,008 ; 1,031)	*
0,64 - 0,89	34	0,2129	(0,2109 ; 0,2149)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2002						
0,33 - 0,63	32	0,2102	(0,2080 ; 0,2124)	1,024	(1,013 ; 1,035)	*
0,64 - 0,89	34	0,2053	(0,2033 ; 0,2072)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2003						
0,33 - 0,63	32	0,2038	(0,2016 ; 0,2059)	1,026	(1,016 ; 1,037)	*
0,64 - 0,89	34	0,1986	(0,1966 ; 0,2005)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2004						
0,33 - 0,63	32	0,2038	(0,2017 ; 0,2060)	1,037	(1,026 ; 1,048)	*
0,64 - 0,89	34	0,1966	(0,1947 ; 0,1986)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2005						
0,33 - 0,63	32	0,2072	(0,2050 ; 0,2094)	1,041	(1,030 ; 1,052)	*
0,64 - 0,89	34	0,1990	(0,1971 ; 0,2010)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2006						
0,33 - 0,63	32	0,2077	(0,2054 ; 0,2099)	1,041	(1,030 ; 1,052)	*
0,64 - 0,89	34	0,1995	(0,1975 ; 0,2015)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2007						
0,33 - 0,63	32	0,2076	(0,2053 ; 0,2099)	1,041	(1,030 ; 1,052)	*
0,64 - 0,89	34	0,1994	(0,1974 ; 0,2014)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2008						
0,33 - 0,63	32	0,2000	(0,1977 ; 0,2023)	1,039	(1,028 ; 1,051)	*
0,64 - 0,89	34	0,1924	(0,1904 ; 0,1944)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2009						
0,33 - 0,63	32	0,1948	(0,1924 ; 0,1971)	1,042	(1,029 ; 1,055)	*
0,64 - 0,89	34	0,1869	(0,1849 ; 0,1890)	1,000	Referência	
Cultura e esporte 2010						
0,33 - 0,63	32	0,1889	(0,1865 ; 0,1914)	1,041	(1,027 ; 1,056)	*
0,64 - 0,89	34	0,1814	(0,1793 ; 0,1836)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice J

Tabela do modelo espaço-temporal - IMRS Saúde

		Taxas de gravidez		Razão entre taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
Saúde 2000						
0,34 - 0,54	37	0,2276	(0,2252 ; 0,2299)	1,111	(1,097 ; 1,125)	*
0,55 - 0,65	29	0,2048	(0,2026 ; 0,2070)	1,000	Referência	
Saúde 2001						
0,34 - 0,54	37	0,2256	(0,2235 ; 0,2278)	1,121	(1,109 ; 1,134)	*
0,55 - 0,65	29	0,2012	(0,1992 ; 0,2032)	1,000	Referência	
Saúde 2002						
0,34 - 0,54	37	0,219	(0,2169 ; 0,2212)	1,134	(1,122 ; 1,146)	*
0,55 - 0,65	29	0,1931	(0,1911 ; 0,1951)	1,000	Referência	
Saúde 2003						
0,34 - 0,54	37	0,2129	(0,2109 ; 0,2150)	1,145	(1,133 ; 1,157)	*
0,55 - 0,65	29	0,186	(0,1841 ; 0,1880)	1,000	Referência	
Saúde 2004						
0,34 - 0,54	37	0,2125	(0,2104 ; 0,2146)	1,153	(1,141 ; 1,166)	*
0,55 - 0,65	29	0,1843	(0,1824 ; 0,1863)	1,000	Referência	
Saúde 2005						
0,34 - 0,54	37	0,216	(0,2139 ; 0,2181)	1,159	(1,147 ; 1,171)	*
0,55 - 0,65	29	0,1864	(0,1844 ; 0,1884)	1,000	Referência	
Saúde 2006						
0,34 - 0,54	37	0,2163	(0,2141 ; 0,2185)	1,156	(1,143 ; 1,168)	*
0,55 - 0,65	29	0,1871	(0,1852 ; 0,1892)	1,000	Referência	
Saúde 2007						
0,34 - 0,54	37	0,2164	(0,2142 ; 0,2187)	1,159	(1,146 ; 1,171)	*
0,55 - 0,65	29	0,1868	(0,1847 ; 0,1888)	1,000	Referência	
Saúde 2008						
0,34 - 0,54	37	0,2087	(0,2065 ; 0,2109)	1,159	(1,146 ; 1,172)	*
0,55 - 0,65	29	0,1801	(0,1781 ; 0,1821)	1,000	Referência	
Saúde 2009						
0,34 - 0,54	37	0,2033	(0,2011 ; 0,2056)	1,165	(1,151 ; 1,179)	*
0,55 - 0,65	29	0,1746	(0,1726 ; 0,1767)	1,000	Referência	
Saúde 2010						
0,34 - 0,54	37	0,1978	(0,1954 ; 0,2002)	1,171	(1,155 ; 1,188)	*
0,55 - 0,65	29	0,1689	(0,1667 ; 0,1710)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice K

Tabela do modelo espaço-temporal – IMRS (Índice Global)

		Taxas de gravidez		Razão entre taxas		
Variáveis	**N**	**Taxas**	**IC 95%**	**Razão**	**IC 95%**	
IMRS 2000						
0,45 - 0,57	33	0,2265	(0,2239 ; 0,2290)	1,085	(1,072 ; 1,099)	*
0,58 - 0,65	33	0,2087	(0,2066 ; 0,2108)	1,000	Referência	
IMRS 2001						
0,45 - 0,57	33	0,2248	(0,2226 ; 0,2271)	1,097	(1,085 ; 1,109)	*
0,58 - 0,65	33	0,205	(0,2031 ; 0,2070)	1,000	Referência	
IMRS 2002						
0,45 - 0,57	33	0,2184	(0,2162 ; 0,2207)	1,109	(1,098 ; 1,121)	*
0,58 - 0,65	33	0,1969	(0,1950 ; 0,1988)	1,000	Referência	
IMRS 2003						
0,45 - 0,57	33	0,2125	(0,2103 ; 0,2047)	1,120	(1,108 ; 1,132)	*
0,58 - 0,65	33	0,1897	(0,1878 ; 0,1917)	1,000	Referência	
IMRS 2004						
0,45 - 0,57	33	0,2123	(0,2101 ; 0,2145)	1,129	(1,118 ; 1,141)	*
0,58 - 0,65	33	0,1879	(0,1860 ; 0,1899)	1,000	Referência	
IMRS 2005						
0,45 - 0,57	33	0,2161	(0,2139 ; 0,2183)	1,138	(1,126 ; 1,150)	*
0,58 - 0,65	33	0,1899	(0,1880 ; 0,1918)	1,000	Referência	
IMRS 2006						
0,45 - 0,57	33	0,2164	(0,2142 ; 0,2187)	1,136	(1,124 ; 1,148)	*
0,58 - 0,65	33	0,1906	(0,1886 ; 0,1925)	1,000	Referência	
IMRS 2007						
0,45 - 0,57	33	0,2164	(0,2141 ; 0,2187)	1,137	(1,125 ; 1,149)	*
0,58 - 0,65	33	0,1904	(0,1884 ; 0,1924)	1,000	Referência	
IMRS 2008						
0,45 - 0,57	33	0,2087	(0,2064 ; 0,2110)	1,137	(1,124 ; 1,150)	*
0,58 - 0,65	33	0,1835	(0,1816 ; 0,1855)	1,000	Referência	
IMRS 2009						
0,45 - 0,57	33	0,2031	(0,2007 ; 0,2055)	1,139	(1,126 ; 1,153)	*
0,58 - 0,65	33	0,1783	(0,1763 ; 0,1803)	1,000	Referência	
IMRS 2010						
0,45 - 0,57	33	0,1975	(0,1949 ; 0,2000)	1,143	(1,128 ; 1,160)	*
0,58 - 0,65	33	0,1727	(0,1706 ; 0,1748)	1,000	Referência	

IC 95%: Intervalo de 95% de credibilidade

* Diferenças significativas em relação à classe de referência.

N = número de microrregiões.

Apêndice L

Programa WinBUGS – Modelo Espacial

```
model
{
for (i in 1:853)
{
y[i] ~dbin(theta[i],N[i])
logit(theta[i]) <- alpha + gamma[i] }
alpha ~dflat()
gamma[1:853] ~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.gamma)
tau.gamma ~dgamma(.5,.0005)
sigma <- 1/tau.gamma

for (j in 1:sumNumNeigh) { weights[j] <- 1 }
}
list(num = c(3, 6, 9, 5, 11, 9, 2, 5, 5, 8, 4, 8, 4, 2, 5, 10, 4, 7, 4, ... 6, 3, 3),
adj = c(497, 262, 212, 626, 607, 467, 172, 543, ... 368, 234),
N = c(87, 220, 147, 48, 102, 189, 13, 32, 309 ... 486, 49, 28),
y = c(13, 41, 23, 11, 20, 50, 2, 8, 67, 6, 69, ... 99, 11,3),
sumNumNeigh = 4860 )
```

Apêndice M

Programa WinBUGS – Modelo Espaço-temporal

```
model
{
for (i in 1:66){
 for (j in 1:11){
   y[i,j] ~ dbin(p[i,j],N[i,j])
   logit(p[i,j]) <- w[i,j] +gama[i] + beta0[j] + beta[j]*(IMRS[i]-mean(IMRS[]))
}}

gama[1:66] ~ car.normal(adj[], weights[], num[], tau.gama)

for (i in 1:66) {
 w[i,1:11] ~ dmnorm(m[1:11],precision[1:11,1:11])
}

 for (t in 1:11) {
  for (k in 1:11) {
   sigma[t,k] <- theta1 * exp(-theta2*abs(t-k))
}
beta0[t] ~ dflat()
beta[t] ~ dnorm(0,0.001)
}

precision[1:11,1:11] <- inverse(sigma[1:11,1:11])

theta1 ~ dunif(0,50)
theta2 ~ dunif(0,50)
tau.gama ~ dgamma(.5,.0005)

for (j in 1:sumNumNeigh) {weights[j] <- 1}
}
```

ANEXOS

Anexo A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FMRP-USP
RIBEIRÃO PRETO

Ribeirão Preto, 11 de outubro de 2011

Ofício nº 3632/2011
CEP/MGV

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **"FATORES ASSOCIADOS A GRAVIDEZ À GRAVIDEZ ADOLESCENTE NO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL: ESTUDO ECOLÓGICO COM ANÁLISE BAYESIANA ESPAÇO-TEMPORAL",** foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 334ª Reunião Ordinária realizada em 10/10/2011, e enquadrado na categoria: **APROVADO,** de acordo com o Processo HCRP nº 10157/2011.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.

Atenciosamente.

DR.ª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
DAIANE LEITE DA ROZA
PROF. DR. EDSON ZANGIACOMI MARTINEZ
Depto. de Medicina Social

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e Registro SISNEP/CONEP nº 4
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

Anexo B
Artigo Publicado

Link: http://www.scielo.br/pdf/rbgo/v37n8/0100-7203-rbgo-37-08-00366.pdf

Daiane Leite da Roza
Edson Zangiacomi Martinez

Spatial distribution of pregnancy in adolescence and associations with socioeconomic and social responsibility indicators: State of Minas Gerais, Southeast of Brazil

Distribuição espacial da gravidez adolescente e associações com indicadores socioeconômicos e de responsabilidade social: estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil

Original Article

Keywords
Pregnancy in adolescence
Health status indicators
Spatial analysis
Bayes Theorem
Models, biological

Palavras-chave
Gravidez na adolescência
Indicadores básicos de saúde
Análise espacial
Teorema de Bayes
Modelos biológicos

Abstract

PURPOSE: To describe associations between pregnancy rates in adolescence and socioeconomic and social responsibility indicators in the municipalities of the State of Minas Gerais, Southeast of Brazil, in the year of 2010. **METHODS:** Ecological study using data from the Brazilian Live Birth Information System (SINASC). The percentage of live births to adolescent mothers (LBAM) for each municipality was calculated based on the quotient between number of born alive infants of mothers aged 10-19 years old and total number of live births in the year of 2010. Fully Bayesian models were used to obtain the percentages of LBAM adjusted for spatial effects and to assess possible associations with socioeconomic and social responsibility indicators. **RESULTS:** The crude percentage of LBAM for the total number of live births in the municipalities of Minas Gerais in 2010 ranged from 0 to 46.4%, with median percentage being 19.6% and the first and third quartiles being 15.6 and 23.1%, respectively. This study has demonstrated a close relationship between adolescent pregnancy and socioeconomic indicators. LBAM percentages were found to be higher in municipalities with low population density, low human development index and other low development indicators. **CONCLUSION:** The strong relationship between LBAM percentages and socioeconomic indicators suggests that adolescent pregnancy is more a social than a biological problem. Therefore, programs and actions should go beyond sexual education and information on preventive health methods.

Resumo

OBJETIVO: Descrever as associações entre os percentuais de gravidez na adolescência e indicadores socioeconômicos e de responsabilidade social dos municípios do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil, no ano de 2010. **MÉTODOS:** Estudo ecológico, utilizando dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). O percentual de nascidos vivos de mães adolescentes (LBAM) para cada município foi calculado segundo o quociente entre o número de nascidos vivos de mães com idade entre 10 e 19 anos e o número total de nascidos vivos registrados no ano de 2010. Modelos totalmente bayesianos foram utilizados para a obtenção de percentuais de LBAM ajustados por efeitos espaciais e para avaliar as possíveis associações com os indicadores socioeconômicos e de responsabilidade social. **RESULTADOS:** Os percentuais brutos de LBAM em relação ao total de nascidos vivos nos municípios de Minas Gerais no ano de 2010 variaram de 0 a 46,4%, com uma mediana de 19,6%. O primeiro e o terceiro quartis são, respectivamente, 15,6 e 23,1%. O estudo evidenciou uma estreita relação entre a gravidez na adolescência e indicadores econômicos e sociais. Os percentuais de LBAM se mostraram maiores nos municípios com menor tamanho populacional, menores valores do Índice de Desenvolvimento Humano e menores valores de outros indicadores de desenvolvimento. **CONCLUSÃO:** A forte relação entre os percentuais de LBAM e os indicadores sociais e econômicos sugerem que a gravidez adolescente é muito mais um problema social que biológico. Os programas e as ações devem ir muito além de educação sexual e informações sobre métodos preventivos de saúde.

Correspondence
Edson Zangiacomi Martinez
Av. Bandeirantes 3900 – Monte Alegre
CEP: 14049-900
Ribeirão Preto (SP), Brasil

Received
06/12/2015
Accepted with modifications
07/08/2015
DOI: 10.1590/S0100-72032015000800420

Department of Social Medicine, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brazil.
Department of Social Medicine, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo – USP – Ribeirão Preto (SP), Brazil.
Conflict of interests: none.

Anexo C
Artigo Submetido

EMPIRICAL AND FULLY BAYESIAN METHODS FOR IDENTIFYING THE SPATIAL DISTRIBUTION OF THE ADOLESCENT PREGNANCY RATES IN A BRAZILIAN STATE

Daiane Leite da ROZA[1]
Edson Zangiacomi MARTINEZ[2]

■ *ABSTRACT: Spatial statistical methods are often employed to describe the spatial distribution of the occurrence of an event of interest in a geographical space. In this paper we compare the global and local empirical Bayesian methods and the fully Bayesian method for identifying the spatial distribution of the adolescent pregnancy rates in Minas Gerais, the largest State in the Southeastern of Brazil. The fully Bayesian method consider a conditional autoregressive (CAR) distribution to the spatial components of the model. The methods used in this study suggest that the percentages of live births to adolescent mother (LBAM) are not randomly distributed across the State of Minas Gerais. The percentages of LBAM tend to be higher in the North than in the South of the State. This suggest an important association between the occurrence of teenage pregnancy and socio-economic indicators, given that the North is the poorest region of the State while the South region concentrates the municipalities with the highest rates of development.*

■ *KEYWORDS: Spatial statistical methods; Bayesian methods; Pregnancy in adolescence; Ecological study.*

1 Introduction

In the recent literature, spatial statistical methods has been widely used in studies in the health sciences to describe the spatial pattern in the distribution

[1] University of São Paulo (USP), Ribeirão Preto Medical School, Department of Social Medicine, Av. Bandeirantes 3900, Monte Alegre, 14049-900, Ribeirão Preto, SP, Brazil. E-mail: *daianeroza@usp.br*
[2] University of São Paulo (USP), Ribeirão Preto Medical School, Department of Social Medicine, Av. Bandeirantes 3900, Monte Alegre, 14049-900, Ribeirão Preto, SP, Brazil. E-mail: *edson@fmrp.usp.br*