

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA INCIDÊNCIA DA AIDS NO MUNICÍPIO
DE SÃO PAULO, BRASIL**

Elisângela Aparecida da Silva Lizzi

Ribeirão Preto - SP

2015



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

**PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DA INCIDÊNCIA DA AIDS NO MUNICÍPIO
DE SÃO PAULO, BRASIL**

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

Área de concentração: Saúde na Comunidade

Linha de pesquisa: Métodos Quantitativos em Saúde

Orientador: Prof. Dr. Edson Zangiacomi Martinez

Ribeirão Preto – SP

2015

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-Universidade de São Paulo.

FICHA CATALOGRÁFICA

Lizzi, Elisangela Ap. da Silva.

Padrões espaço-temporais da incidência da AIDS no município de São Paulo, Brasil/ Elisangela Aparecida da Silva Lizzi.

Orientador: Edson Zangiacomi Martinez - São Paulo, 2015, 136 pág.

Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 2015.

1. AIDS 2. Estudo ecológico 3. Métodos bayesianos 4. Análise espacial.

FOLHA DE APROVAÇÃO

LIZZI, E.A.S. Padrões espaço-temporais da incidência da AIDS no município de São Paulo, Brasil. Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências.

Aprovado em: ____ / ____ / _____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedico este trabalho ao meu filho Matheus Lizzi! Pequeno grande homem da minha vida, com quem amo partilhar a vida! Seus olhos me encorajam a cada nova manhã para trabalhar no que acredito e progredir como pessoa.

“A única coisa de valor que podemos deixar para nossos filhos é o que nós somos, não o que temos.”

(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, com fé Nele tive forças para trabalhar e foco para não desistir.

Ao meu filho Matheus da Silva Lizzi, meu presente de Deus e que sem ele não seria o que sou, o filho nos mostra nossas fraquezas e nos dá força para evoluir espiritualmente.

Aos meus pais Lúcia de F. Chaves da Silva e Benedito Soares da Silva pelo incentivo incondicional durante a realização deste trabalho.

Sou muito grata ao meu marido Marcos da Costa Lizzi, pelo apoio, amor, carinho, paciência e respeito.

Agradeço a minha família, por compreender os vários momentos de ausência dispendidos à construção deste trabalho, sem nunca abdicar do amor, carinho, respeito e acolhimento que fazem de qualquer família um alicerce perfeito para a consolidação das relações humanas.

Aos docentes do Departamento de Medicina Social, que contribuíram com meu aperfeiçoamento em áreas como epidemiologia e indicadores de saúde.

Ao meu orientador Prof. Dr. Edson Zangiacomi Martinez, pela atenção e orientação durante todo o processo de construção deste trabalho, pelo respeito, confiança e horas de estudo que dispensou na construção deste trabalho.

Aos colegas do curso de mestrado e doutorado, amizade construída ao longo das aulas com convivência e aprendizagens conjuntas.

À Paula e o Sérgio, secretários da pós-graduação do Departamento de Medicina Social, dedicados e competentes no que fazem.

À FAPESP, pelo apoio financeiro e concessão da bolsa de doutorado para a realização desta pesquisa (Processo número 16717-9/2012)

Ao *International Clinical, Operational, and Health Services Research and Training Award (ICOHRTA)* e *National Institutes of Health (NIH)* pelo apoio no projeto conjunto desenvolvido nos Estados Unidos da América, na *Johns Hopkins University* (Processo número: U2RTW006885).

Rir muito e com frequência; ganhar o respeito das pessoas inteligentes e o afeto de crianças, merecer a consideração de críticos honestos e suportar a traição de falsos amigos, apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros, deixar o mundo um pouco melhor, seja por uma saudável criança, um canteiro de jardim ou uma redimida condição social, saber ao menos que uma vida suspirou mais fácil porque você viveu.

Isso é ter sucesso!

Ralph Waldo Emerson

Resumo

Este trabalho objetiva investigar os padrões espaço-temporais dos casos notificados de AIDS entre os anos de 2000 a 2010 no município de São Paulo, SP, segundo seus 96 Distritos Administrativos, bem como suas associações com as características sociodemográficas e de vulnerabilidade social destas áreas. Trata-se de um estudo ecológico, e as ferramentas utilizadas para a estimação de taxas de incidência e análise dos dados são modelos bayesianos de regressão que incorporam efeitos temporais e espaciais. Estes modelos incluem efeitos aleatórios com uma distribuição CAR (autorregressiva condicional) normal bivariada que capturam a influência das áreas adjacentes sobre o número de casos notificados em cada região, segundo o sexo. Estimativas dos parâmetros do modelo foram obtidas pelo método de simulação estocástica MCMC (Monte Carlo em Cadeia de Markov). O padrão espaço-temporal encontrado neste trabalho mostra traços históricos da epidemia de AIDS no Brasil e o estudo estratificado por sexo na evolução da doença para os anos em estudo evidencia aspectos comportamentais da transmissão em populações de risco. Pode-se evidenciar que os Distritos Administrativos com classes econômicas melhores apresentaram maiores incidência da doença no sexo masculino, já áreas com classes econômicas menos favorecidas apresentaram maiores taxas de incidência da AIDS no sexo feminino, justificado pela pauperização e feminização da AIDS. Os resultados encontrados são úteis para subsidiar o planejamento de políticas e ações de saúde direcionadas para o controle da AIDS em áreas e populações de risco diversificada por sexo do município de São Paulo. Ressalta-se a necessidade de atuação diversificada por Distrito Administrativo no acesso a serviços de saúde, entre os sexos, com o intuito de propor uma estratégia de atendimento para homens e mulheres separadas por áreas e provendo equipes de apoio diferentes para área com características particulares. A abordagem bayesiana proposta se mostrou satisfatório em indicar áreas que precisam de mais atenção quanto a necessidade de serviços de saúde, desenvolvimento humano e vulnerabilidade.

Palavras chave: AIDS, estudo ecológico, métodos bayesianos, análise espacial.

ABSTRACT

This study aims to investigate the spatiotemporal patterns of reported AIDS cases between the years 2000 to 2010 in São Paulo, SP, according to its 96 Administrative Districts, and their associations with sociodemographic characteristics and social vulnerability of these areas. This is an ecological study, and the tools used to incidence rates estimation and analysis of data is Bayesian regression models that incorporate spatial and temporal effects. These models include random effects with a CAR distribution (conditional autoregressive) bivariate normal that capture the influence of adjacent fields on the number of cases reported in each region, according to sex. Estimates of the model parameters were obtained by stochastic simulation method MCMC (Monte Carlo Markov Chain). The spatiotemporal pattern found in this work shows historical traces of the AIDS epidemic in Brazil and the study stratified by gender in the course of the disease for the years under study reveals behavioral aspects of transmission in populations at risk. Can show that the Administrative Districts with better economic classes had higher incidence of the disease in males, since areas with less favored economic classes had higher incidence rates of AIDS among women, justified by the AIDS pauperization and feminization. The results are useful to support the policy planning and health actions directed to the control of AIDS in areas and populations of diverse risk by gender in São Paulo. It emphasizes the need for diversified operations by Administrative District in access to health services, gender, in order to propose a service strategy to separate men and women for areas and providing different support teams to the area with particular characteristics. The bayesian approach proposed proved satisfactory to indicate areas that need more attention as the need for health services, human development and vulnerability.

Keywords: *AIDS, ecological study, Bayesian methods, spatial analysis.*

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Resumo dos trabalhos científicos com componente de análise espacial em AIDS publicados na literatura científica.</i>	<u>24</u>
<i>Tabela 2: Numeração correspondente a cada Distrito Administrativo</i>	<u>34</u>
<i>Tabela 3: Estimativas de β_k, segundo o modelo proposto para o INS</i>	<u>73</u>
<i>Tabela 4: Estimativas de β_k, segundo o modelo proposto para o IVJ</i>	<u>73</u>

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1: Taxa de incidência de AIDS (por 100 mil hab.), entre os anos de 2000 a 2010, município de São Paulo-SP (Fonte: SINAN).....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: Localização geográfica da cidade de São Paulo, no estado de São Paulo- Brasil.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3: Regiões do Município de São Paulo (em cores diferentes) divididas em Distritos Administrativos (numerado).....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4: Curva hipotética de Lorenz.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5: Grafo da vizinhança para os 96 Distritos Administrativos do município de São Paulo-SP.</i>	<i>43</i>
Figura 6: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2000 e 2001.	50
<i>Figura 7: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2002 e 2003.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 8: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, anos 2004 à 2005.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 9: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2006 e 2007.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 10: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2008 e 2009.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 11: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2010.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 12: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2000.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 13: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2001.</i>	<i>54</i>
<i>Figura 14: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2002.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 15: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2003.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 16: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2004.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 17: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2005.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 18: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2006.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 19: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2007.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 20: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2008.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 21: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2009.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 22: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2010.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 23: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Municipal e seus três componentes: Educação, Longevidade e Renda.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 24: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de Necessidade em Saúde, Índice de Gini, Índice de Theil e Índice de Vulnerabilidade Juvenil.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 25: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de envelhecimento, Razão de dependência e Renda per capita.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 26: Taxas ajustadas pelo modelo espaço –temporal segundo os sexos, anos de 2000 a 2002.....</i>	<i>65</i>

<i>Figura 27: Taxas ajustadas pelo modelo espaço - temporal segundo os sexos, anos de 2003 a 2005</i>	66
<i>Figura 28: Taxas ajustadas pelo modelo espaço - temporal segundo os sexos, anos de 2006 a 2008</i>	67
Figura 29: Taxas ajustadas pelo modelo espaço – temporal segundo os sexos, anos de 2009 e 2010	68
<i>Figura 30: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.</i>	70
<i>Figura 31: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.</i>	71
<i>Figura 32: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.</i>	72
<i>Figura 33: Associação entre IDH- Municipal e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	100
<i>Figura 34: Associação entre IDH- Municipal e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	101
<i>Figura 35: Associação entre IDH- Educação e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	102
<i>Figura 36: Associação entre IDH- Educação e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	103
<i>Figura 37: Associação entre IDH- Longevidade e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	104
<i>Figura 38: Associação entre IDH- Longevidade e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	105
<i>Figura 39: Associação entre IDH- Renda e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	106
<i>Figura 40: Associação entre IDH- Renda e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	107
<i>Figura 41: Associação entre Índice de Gini e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	108
<i>Figura 42: Associação entre Índice de Gini e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	109
<i>Figura 43: Associação entre Índice de Theil e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	110
<i>Figura 44: Associação entre Índice de Theil e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	111
<i>Figura 45: Associação entre Índice de envelhecimento e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	112
<i>Figura 46: Associação entre Índice de envelhecimento e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	113
<i>Figura 47: Associação entre Renda per Capita e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	114
<i>Figura 48: Associação entre Renda Per Capita e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	115
<i>Figura 49: Associação entre Razão de dependência e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.</i>	116
<i>Figura 50: Associação entre Razão de dependência e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.</i>	117
<i>Figura 51: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	118
<i>Figura 52: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	119
<i>Figura 53: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	120
<i>Figura 54: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	121
<i>Figura 55: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	122

<i>Figura 56: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	<i>123</i>
<i>Figura 57: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	<i>124</i>
<i>Figura 58: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.</i>	<i>125</i>
<i>Figura 59: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>126</i>
<i>Figura 60: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>127</i>
<i>Figura 61: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>128</i>
<i>Figura 62: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>129</i>
<i>Figura 63: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>130</i>
<i>Figura 64: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>131</i>
<i>Figura 65: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.</i>	<i>132</i>

LISTA DE SIGLAS

AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
HIV	Vírus da Imunodeficiência Humana
RNA	Ácido Ribonucleico
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
UNAIDS	Programa Conjunto das Nações Unidas sobre o HIV/AIDS
TARV	Terapia antirretroviral
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
AZT	Zidovudina
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial de Saúde
TB	Tuberculose
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
DST	Doenças Sexualmente Transmissíveis
SUS	Sistema Único de Saúde
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
ONU	Organização das Nações Unidas
RDH	Relatório de Desenvolvimento Humano
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
INS	Índice de Necessidade em Saúde
IVJ	Índice de Vulnerabilidade Juvenil
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
MCMC	Monte Carlo em Cadeia de Markov
DA	Distrito Administrativo

Sumário

1. Introdução.....	18
1.1. Epidemiologia.....	18
1.2. Tratamento	19
1.3. Aspectos históricos da AIDS	20
1.4. Dinâmica espacial da AIDS	22
2. Objetivo	31
2.1. Objetivo Geral	31
2.2. Objetivos Específicos	31
2.3. Objetivo Secundário	31
3. Métodos.....	32
3.1. Modelo de estudo	32
3.2. População em estudo.....	32
3.3. Obtenção dos dados.....	35
3.4. Indicadores	35
3.5. Construção do banco de dados	41
3.6. Análise espacial	42
3.7. Modelagem estatística	42
3.7.1. Modelos de regressão espaço-temporais	42
3.7.2 Método bayesiano	44
3.7.3. Processo de implementação dos modelos.....	45
3.7.4 Definição dos modelos.....	45
3.7.5. Recursos Computacionais	48
4. Aspectos éticos	49
5. Resultados	50
5.1. Descrição das taxas brutas	50
5.2. Descrição dos indicadores socioeconômicos	60
5.3. Resultados dos modelos.....	64
5.3.1. Resultados, modelo 1.....	64
5.3.2. Resultados do modelo 2	69
5.3.3. Resultados do modelo 3	73
6. Discussão	75
7. Conclusão.....	78
8. Referências Bibliográficas	79
9. Projeto-ICOHRTA	84
Apêndices	99

1. Introdução

1.1. Epidemiologia

A AIDS (Síndrome da Imunodeficiência Adquirida) é caracterizada pelo estágio avançado da infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) (Barnes, 1990). Este retrovírus infecta as células do sistema imunológico, destruindo ou prejudicando a sua função (Lemp *et al.*, 1990).

Os retrovírus usam o RNA para transportar sua informação genética, sendo a característica primordial deste vírus a enzima transcriptase reversa, que produz DNA a partir de uma molécula de RNA. No caso do HIV, o vírus transcreve o RNA em DNA viral nas células do hospedeiro infectado (Temin e Mizutani, 1970; Baltimore, 1970) . A evolução da doença é progressiva e vai enfraquecendo o sistema imunológico, deixando o indivíduo suscetível a outras infecções, que são as chamadas doenças oportunistas. (Lemp *et al.*, 1990; Gillies *et al.*, 1996).

A transmissão do HIV acontece por meio de relações sexuais desprotegidas, transfusão de sangue, compartilhamento de agulhas e por transmissão vertical, ou seja, da mãe para o feto durante a gestação ou no parto (Duarte *et al.*, 2005).

Estima-se que há cerca de 35 milhões de pessoas vivendo com AIDS no mundo e deste total 2,2 milhões são crianças (OMS, 2013). Os principais fatores de propagação são a transmissão sexual e a transmissão vertical (Fauci, 1988). Na América Latina os níveis globais de infecções pelo HIV têm como principais modos de transmissão as relações sexuais entre indivíduos de sexo masculino, relações com profissionais do sexo e em menor grau o uso desprotegido de drogas injetáveis. (UNAIDS,2007)

1.2. Tratamento

O conhecimento sobre a AIDS e o HIV, junto com os avanços tecnológicos, fez surgir novos e mais eficientes tratamentos que alteraram a história natural da doença, como os medicamentos antirretrovirais (Hammer e Yeni, 1998). Com a introdução da terapia antirretroviral (TARV), um indivíduo infectado pelo HIV tem o processo de evolução para AIDS desacelerado (Hammer e Yeni, 1998; Dourado *et al.*, 2006). Mais de 28 milhões de pessoas são elegíveis para a terapia antirretroviral no mundo, sob diretrizes consolidadas pela Organização Mundial de Saúde. Em países de baixa e média renda, 11,7 milhões de pessoas tiveram acesso à terapia antirretroviral. A enorme expansão global de intervenções trouxe transformações tanto à epidemia do HIV quanto à sua abordagem em saúde pública, mostrando que o direito à saúde pode ser realizado em quaisquer circunstâncias (OMS, 2015).

Para estimar o prognóstico e avaliar a indicação de início de terapia antirretroviral, em um paciente infectado pelo HIV, deve-se monitorar a evolução da contagem de linfócitos T-CD4+ e a quantificação plasmática da carga viral do HIV. Vale enfatizar que a determinação somente da contagem de linfócitos T-CD4+ pode não ser suficiente para refletir a situação imunológica do indivíduo, fazendo-se necessária, além da complementação com dados clínicos, sua confirmação, pois, pode haver variação nas contagens, por estímulo antigênico, como gripes e resfriados ou vacinações, ou ainda por oscilação fisiológica da produção desses linfócitos (Brasil-MS, 2008).

O Ministério da Saúde iniciou em 1988 o abastecimento da rede pública de saúde, com alguns dos medicamentos destinados ao tratamento das principais doenças oportunistas que acometem os pacientes com AIDS. A partir de 1991, passou a oferecer a TARV no sistema público de saúde. O Brasil foi pioneiro dentre os países em desenvolvimento a garantir o acesso universal e gratuito aos medicamentos antirretrovirais pelo seu Sistema Único de Saúde (Dourado *et al.*, 2006).

O primeiro antirretroviral distribuído na rede pública foi a zidovudina (AZT). Em setembro de 1998, já estavam disponíveis na rede pública também a didanosina (ddI), zalcitabina (ddC), zidovudina (AZT) em formulação injetável, lamivudina (3TC), estavudina (d4T), nevirapina, delavirdina, saquinavir, indinavir, ritonavir e nelfinavir. Além dos antirretrovirais, o Ministério da Saúde também distribuiu, até 1998, medicamentos para

tratamento de algumas infecções oportunistas, como a anfotericina B, o ganciclovir, a pentamidina e a imunoglobulina humana. E, a partir de 1999, a compra dos medicamentos passou a ser responsabilidade dos estados e municípios (MS-Brasil,1999). Nos últimos anos, o uso generalizado da TARV aumentou expressivamente a qualidade de vida das vítimas da doença e causou uma mudança no perfil da pandemia (Brito *et al.*, 2005).

1.3. Aspectos históricos da AIDS

Por volta dos anos 1980 houve relatos de que cinco homens homossexuais haviam desenvolvido uma pneumonia do tipo *Pneumocystis Carinii* (PCP), uma doença rara com características peculiares (Centers for Disease Control (CDC), 1981^a). Em poucos meses, 26 casos de Sarcoma de Kaposi, um tipo raro de tumor, foram identificados em homossexuais (CDC,1981b; Hymes *et. al*, 1981). No início, a doença era chamada de síndrome homossexual e depois conseguiram relacionar a doença com deficiência no sistema imunológico (Hymes *et. al*,1981). Em 1982, a Síndrome de Imunodeficiência Adquirida (AIDS), foi definida como uma doença que diminui a imunidade do indivíduo e que ocorre sem causa conhecida, deixando o indivíduo suscetível ao Sarcoma de Kaposi, PCP e infecções oportunistas graves (CDC, 1982^a).

Algumas condições que definem a AIDS foram então elaboradas e outras definidas posteriormente, baseadas em estudos epidemiológicos e avanços no tipo de diagnóstico com o uso de testes sorológicos. Segundo a definição de caso de AIDS em adultos, critério do CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) – adaptado, temos:

Existência de dois testes de triagem ou um confirmatório para detecção de anticorpos anti-HIV, mais evidência de imunodeficiência: diagnóstico de pelo menos uma doença indicativa de AIDS e/ou contagem de linfócitos T CD4+ inferior a 350 células/mm³.¹

A AIDS tem sua maior taxa de incidência e a maior taxa específica de mortalidade concentrada nos países da África Subsaariana (OMS, 2014). A infecção por HIV é especialmente endêmica na região sul do continente africano, com taxa de prevalência em

¹ Critérios adotados pelo Ministério da Saúde do Brasil para definição de caso de AIDS em indivíduos com treze anos de idade ou mais para fins de vigilância epidemiológica. (Brasil, 2003)

adultos de 31% em Suazilândia, 25% em Botswana, e 17% na África do Sul (Piot e Quinn, 2013).

Os primeiros casos notificados de AIDS no Brasil se deram em 1980, em São Paulo e no Rio de Janeiro, em homens bissexuais e homossexuais (Fonseca *et al.*, 2002). De 1980 a junho de 2010, o Brasil teve 592.914 casos registrados de AIDS, de acordo com o Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde. A taxa de incidência de AIDS no Brasil em 2010, foi estimada em 20,2 casos por 100 mil habitantes. No município de São Paulo, os números de casos notificados de AIDS vêm diminuindo, mas esta redução não se dá de forma homogênea em todas as regiões da cidade (Grangeiro *et al.*, 2010).

Entre os anos de 2000 a 2011 foram notificados mais 35 mil casos novos da doença. A Figura 1 mostra as taxas de incidência da doença em homens e mulheres no período de 2000 a 2011 no município de São Paulo, obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Uma caracterização da doença em período anterior ao deste estudo, foi feita por Rodrigues-Júnior e Castilho (2004), mostrando a incidência de casos de AIDS entre os anos de 1991 até 2000, segundo as categorias de exposição.

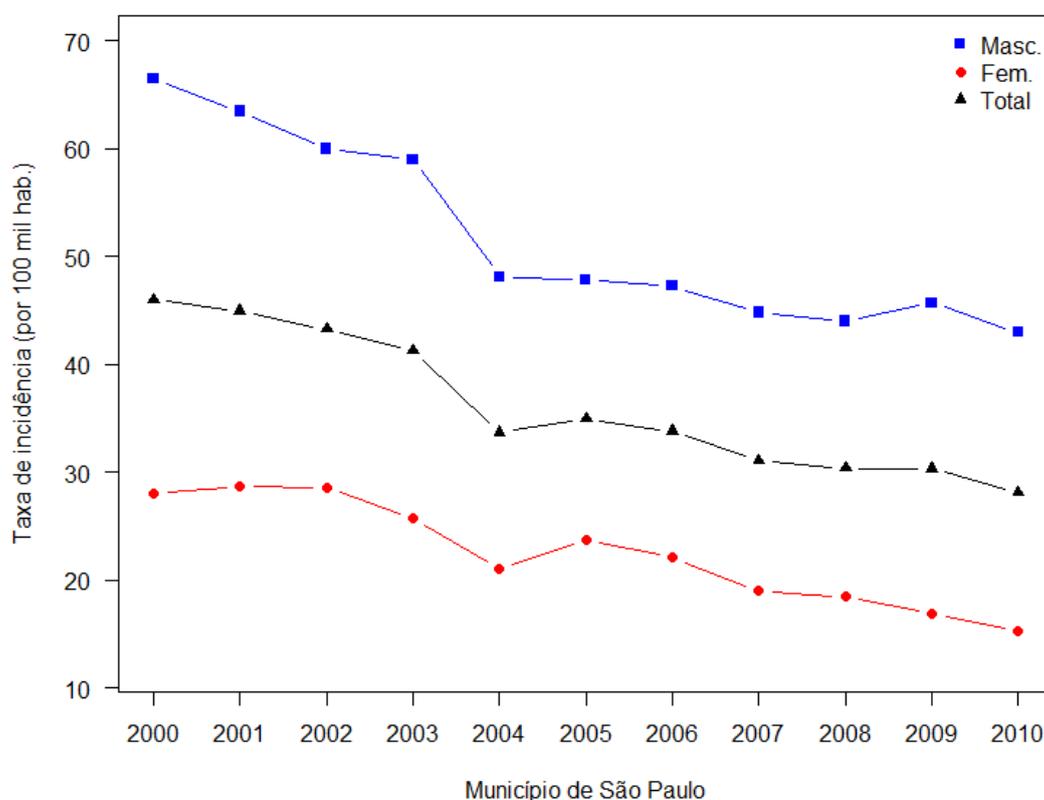


Figura 1: Taxa de incidência de AIDS (por 100 mil hab.), entre os anos de 2000 a 2010, município de São Paulo-SP (Fonte: SINAN)

No ano de 2004 houve uma mudança no critério de classificação da sífilis congênita (Costa Paz et al., 2005). O gráfico da Figura 1, mostra uma queda acentuada da taxa de incidência neste ano, devido ao impacto deste novo tipo de classificação e readequação do sistema vigilância aos novos critérios.

No Brasil, a sífilis congênita tornou-se uma doença de notificação compulsória em 22 de dezembro de 1986, por meio da Portaria no 542 do Ministério da Saúde, juntamente com a AIDS. A última revisão de definição caso foi feita em 2004, teve como principal modificação, o agrupamento dos critérios da definição anterior em um único bloco, não mais utilizando a classificação de confirmado, presumível ou suspeito. Então, todos os casos nos quais a definição se aplica passam a ser notificados como caso de sífilis congênita.

A adequação a esta nova classificação na vigilância epidemiológica da sífilis congênita, melhorou a operacionalização do sistema de vigilância, mantendo-se a sensibilidade do critério e aumentando a sua especificidade (Costa Paz et al., 2005), e isto diminuiu a notificação dos casos incidentes de AIDS neste ano, devido a este processo de adaptação.

1.4. Dinâmica espacial da AIDS

A dinâmica da epidemia da AIDS é fortemente complexa e resulta em sub-epidemias regionais, definidas conforme a natureza das diferentes interações sociais (Castilho et al, 2000). Estudos espaciais vêm sendo aplicados para entender as características da dinâmica da AIDS no Brasil (Szwarcwald *et al.*, 2000; Szwarcwald *et al.*, 2001; Teixeira *et al.*, 2014). Estes métodos usam técnicas de geoprocessamento (Barcellos *et al.*, 2006; Dias e Nobre, 2001), juntamente com modelos estatísticos espaciais (Stephan *et al.*, 2010, Rodrigues-Júnior e Castilho, 2003). A estatística espacial provém subsídio para explorar a localização espacial de eventos, que possibilita a identificação, localização e visualização da ocorrência do fenômeno em estudo no espaço, que facilitadas com o uso em conjunto de Sistemas de Informações Geográficas. Os modelos estatísticos espaciais permitem modelar a ocorrência do fenômeno incorporando fatores determinantes e identificando padrões e permitindo modelos que descrevem suas associações com variáveis de interesse.

Estudos espaciais em populações específicas (por exemplo, Szwarcwald *et al.*, 2000; Prado e Castilho, 2009; Grangeiro *et al.*, 2010) possibilitam o entendimento da distribuição espacial da doença, permitindo subsidiar estratégias públicas de saúde com atuação diversificada por regiões de saúde (Carvalho e Souza-Santos, 2005). Neste sentido, a abordagem espacial da AIDS considera o espaço como fator múltiplo da população, quando se visualiza espacialmente a distribuição da doença em uma situação coletiva e pode propiciar ao Sistema de Vigilância em Saúde a identificação de diferenças na ocorrência de doença nos diversos estratos populacionais estudados.

A Tabela 1 descreve os trabalhos encontrados na literatura científica, somente em português, considerando os seguintes descritores na busca utilizando o Google Acadêmico: “AIDS e análise espacial”, “AIDS e estudo ecológico”, a partir do ano 2000. Após a leitura do resumo incluímos somente os trabalhos que tinham algum modelo estatístico definido para entender a relação espaço-tempo para a AIDS, assim, temos uma breve revisão narrativa de literatura do tópico de interesse.

Tabela 1: Resumo dos trabalhos científicos com componente de análise espacial em AIDS publicados na literatura científica.

Autor/ Ano/ Revista	Objetivo do estudo	Métodos	Resultados
Szwarcwald et al., 2000 <i>Cadernos de Saúde Pública</i>	As taxas médias de incidência da AIDS em adultos no Brasil foram estimadas para os períodos 1987-89, 1990-92 e 1993-96, segundo o município de residência dos casos.	Foram considerados todos os casos notificados com 15 anos e mais de idade, com ano de diagnóstico no período de 1987 a 1996. Na análise espacial, foram estabelecidos dois recortes. O primeiro, visando ao estudo da evolução temporal das taxas de incidência. O segundo foi realizada a partir de características dos municípios de residência dos casos notificados.	Foi possível constatar que a epidemia pelo HIV/AIDS no Brasil experimentou modificações profundas: marcadamente regional e basicamente restrita a determinados segmentos populacionais em seu início, passou a crescentemente nacional ao longo do período, trazendo novos desafios às políticas públicas e à ação da sociedade civil. A Região Sudeste apresenta menor ritmo de crescimento em contraste com os aclives acentuados das regiões Norte e Sul, do 2º. ao 3º. intervalo. Cotejando-se as variações das taxas de incidência de 1990-92 a 1993-96 por região ou tamanho de população, obtém-se maiores aumentos relativos entre as mulheres. Nas cidades grandes, a categoria “homo/bissexuais” prevalece, decrescendo proporcionalmente à medida que cresce o número de casos por transmissão heterossexual. Nos municípios médios predominam os usuários de drogas injetáveis e nos menores há aumento dos casos por transmissão heterossexual. A epidemia – ainda fenômeno urbano – dá sinais de expansão nos municípios rurais, intensificando-se naqueles situados abaixo do limite crítico regional do índice de pobreza. Há disseminação crescente da epidemia nos municípios mais pobres
Barcellos et al., 2006 <i>Revista de Saúde Pública</i>	Estudar os diferenciais intra-urbanos da prevalência de HIV entre gestantes no município de Porto Alegre, RS.	As estimativas foram obtidas por meio da suavização espacial dos pontos referentes às residências de	Foi identificada a sobreposição de áreas de alta prevalência com favelas da cidade, o que ratifica o processo de pauperização da AIDS e aponta locais

		nascidos vivos e gestantes HIV positivas para o ano de 2003.	onde estratégias de atenção primária e educação devem ser reforçadas.
		Foi utilizada a técnica de Razão de Kernel, entre as gestantes HIV positivas e os nascidos vivos. O método produz uma estimativa suavizada da intensidade local dos eventos sobre uma superfície de risco para sua ocorrência.	
Dias e Nobre, 2001 <i>Cadernos de Saúde Pública</i>	Proporcionar uma compreensão do processo de difusão espacial dos casos de AIDS em quatro Estados brasileiros: São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina e Bahia.	Tais padrões foram avaliados qualitativamente – estudo de mapas sequenciais – e quantitativamente – análise de correlogramas espaciais – ao longo de dez anos, agrupados em três períodos: 1987-1989, 1990-1992 e 1993-1996. O processo de difusão foi estudado para o total de casos de AIDS e para os do sexo feminino e masculino	De modo geral, houve difusão significativa dos casos de AIDS nos períodos, mas o processo exibiu características específicas a cada Estado. As informações obtidas – em especial, os resultados da análise de correlogramas – permitem entender melhor os padrões de difusão espacial da epidemia em diferentes partes do País e podem ser empregadas para fixar parâmetros a outros modelos epidemiológicos da AIDS.
Stephan <i>et. al</i> , 2010 <i>Revista de Saúde Pública</i>	Analisar a distribuição espacial dos casos notificados de AIDS em adultos e sua relação com as condições de vida no município de Campinas, SP.	Dados sobre AIDS em homens (n = 2.945) e mulheres (n = 1.230) acima de 13 anos de idade, moradores de Campinas e notificados no Sistema Nacional de Agravos de Notificação foram utilizados para mapear a distribuição espacial da doença e a relação de masculinidade. Foram construídos mapas para os períodos de 1980 a 1995, de 1996 a 2000 e de 2001 a 2005. As variáveis incluídas na análise foram:	A razão de casos homem/mulher foi maior nas regiões de melhores condições de vida (central) e no entorno do presídio (noroeste), onde se estabelecem provisoriamente famílias de detentos e ex-detentos, enquanto essa razão foi menor em bairros da periferia da cidade (sudeste). As tendências de feminização e pauperização da epidemia da AIDS se confirmam diante da diminuição da razão de casos homens/mulheres no período, particularmente nas populações vulneráveis e empobrecidas. Os sistemas de informações geográficas e análise espacial de

		<p>endereço, sexo e idade. Foi utilizado indicador composto ponderado para estudar as condições de vida e saúde no território. Os endereços de moradia dos pacientes foram geocodificados em base cartográfica, após correção e padronização na base de arruamento. Foi ajustado modelo aditivo generalizado para analisar a distribuição espacial da razão de casos homem/mulher no espaço, nos três períodos do estudo.</p>	<p>dados podem ser úteis às ações de vigilância e controle da epidemia de AIDS.</p>
<p>Grangeiro <i>et. al</i>, 2010 <i>Revista de Saúde Pública</i></p>	<p>Analisar o perfil epidemiológico da AIDS em cidades brasileiras entre 2002 e 2006, associando tendência e magnitude com indicadores sócio demográficas e características locais da epidemia.</p>	<p>Estudo ecológico que categorizou os municípios de acordo com magnitude e tendência da epidemia. Análise dos indicadores sociais, tipos de transmissão e ano do primeiro caso relatado.</p> <p>Utilizou regressão linear para estimar a tendência, teste qui-quadrado e ANOVA para analisar indicadores.</p>	<p>Um total de 4.190 cidades relataram casos de AIDS entre 2002 e 2006. Com características definidas em pequena e grande magnitude. "Pequena magnitude" foram associados com menor incidência; começando da epidemia após 1991; Já "grande magnitude" foram associados com cidades maiores e mais alto IDH; presença de todos os tipos de transmissão. A epidemia de AIDS permanece concentrada nas zonas urbanas centros e a disseminação de casos para o campo é caracterizado por ocorrência irregular e de pequena magnitude. Municípios com baixo IDH e exclusiva transmissão através de relações heterossexuais apresentaram baixa capacidade de crescimento e a redução da epidemia está especialmente relacionada com a diminuição da transmissão entre usuários de drogas injetáveis</p>
<p>Fonseca <i>et. al</i>, 2002 <i>Revista de Saúde Pública</i></p>	<p>Descrever a evolução temporal da epidemia de AIDS, no nível individual, sob a perspectiva de variáveis sócio</p>	<p>Foram analisados os casos de AIDS de 20 a 69 anos de idade, notificados ao Sistema de</p>	<p>O grau de escolaridade foi "ignorado" em 22% dos casos. Entre os casos com escolaridade informada, percentuais mais elevados de "grau I" foram</p>

	<p>demográficas e comportamentais, com ênfase na escolaridade.</p>	<p>Informação de Agravos de Notificação do Ministério da Saúde e diagnosticados entre 1989 e 1997, com diferença maior que sete dias entre as datas de óbito e de diagnóstico. Foram considerados três graus de escolaridade: “grau I” (com até 8 anos de estudo), “grau II” (com mais de 8 anos de estudo) e “ignorado”. Para cada sexo, foi analisada a evolução temporal da distribuição dos casos por grau de escolaridade, região, tamanho populacional do município e categoria de exposição. Foi utilizado um modelo logístico multivariado para avaliar o efeito conjunto dessas variáveis.</p>	<p>observados no sexo feminino, nas regiões Sudeste e Sul, nos municípios com menos de 500 mil habitantes e nas categorias de exposição “heterossexual” e “uso de drogas injetáveis”. Observou-se uma redução gradativa do percentual de casos com maior escolaridade ao longo dos anos analisados para ambos os sexos e em todas as variáveis analisadas, menos pronunciado na categoria de exposição “homo/bissexual”. A epidemia de AIDS no Brasil teve início nos estratos sociais de maior escolaridade e depois se expandiu entre as populações com menor escolaridade, principalmente do sexo feminino, residentes em municípios de menor população e por meio das exposições heterossexuais e do uso de drogas injetáveis.</p>
<p>Szwarcwald <i>et al.</i>, 2001 <i>Cadernos de Saúde Pública</i></p>	<p>Examinar a disseminação espacial da epidemia de AIDS entre os casos adultos do Município do Rio de Janeiro em três períodos: 1988-1990, 1991-1993 e 1994-1996.</p>	<p>Modelo espaço temporal. As regiões administrativas foram as unidades geográficas de estudo. Posteriormente, realizou-se análise espacial dos casos pediátricos por transmissão vertical do HIV, por período de nascimento, 1985-1990 e 1991-1996</p>	<p>Para a totalidade dos casos adultos, o período inicial é caracterizado por um conglomerado poligonal em torno da Zona Portuária, que se expande na direção oeste-leste. Entre os casos homossexuais, o crescimento in situ predominou, notando-se arrefecimento da disseminação espacial nos últimos anos. Entre os casos heterossexuais, a epidemia demonstrou expansão geográfica expressiva, sobretudo de 1988-1990 a 1991-1993. Entre os casos do sexo feminino, no último período, houve a formação de um conglomerado de taxas elevadas na direção noroeste, que compreende áreas muito pobres. Entre 1991 e 1996, observou-se correlação significativa das taxas de incidência de AIDS perinatal com o índice de concentração de</p>

			pobreza. Os resultados sugerem que o entendimento da dinâmica espaço-temporal da epidemia pode subsidiar, de forma relevante, as ações preventivas.
Tomazelli <i>et. al</i> , 2003 <i>Cadernos de Saúde Pública</i>	A epidemia de AIDS vem crescendo e atingindo de forma diferenciada os diversos grupos populacionais. Sua dinâmica dentro das cidades também vem mostrando-se distinta segundo as características de cada região. Diferenciais internos das cidades vêm sendo relacionados a modos principais de propagação. Este trabalho analisa a epidemia de AIDS em mulheres no Município do Rio de Janeiro, usando o referencial espacial	Foi realizado um estudo ecológico para analisar a distribuição espacial da incidência dos casos notificados de AIDS em mulheres, de 15 a 59 anos de idade, no Município do Rio de Janeiro, ocorridos no período entre 1982 e 1997. Utilizou-se análise espacial como técnica de tratamento de dados e o bairro como unidade de análise.	Observa-se o crescimento da epidemia da AIDS entre mulheres atingindo mais intensamente regiões das Zonas Norte e Oeste. A epidemia neste grupo compõe uma “subepidemia” na medida em que possui características clínicas, de acesso ao serviço e de conhecimento de riscos diferentes. Destaca-se a elevada proporção na categoria de transmissão ignorada dentre as mulheres, evidenciando um desconhecimento de sua situação de risco. Alta proporção de escolaridade ignorada, reforça a implicação do sistema de investigação sobre a qualidade da informação em mulheres.
Grangeiro, Escuder e Castilho, 2010 <i>Cadernos de Saúde Pública</i>	Identificar diferentes perfis da epidemia de AIDS no Brasil relacionando-os à organização do setor saúde, às situações relacionadas ao risco de infecção e ao grau de implantação da resposta.	Municípios brasileiros foram agrupados segundo magnitude e tendência da epidemia entre 2002 e 2006, e estudados por meio de indicadores obtidos em bases de dados secundários. O que permitiu a identificação de quatro agrupamentos: (a) cidades com ocorrências de grande magnitude e tendência de crescimento da taxa anual de incidência; (b) de grande magnitude e tendência de redução ou estabilização; (c) de pequena magnitude e crescimento acelerado, devido a variações da incidência acima da média	Municípios com epidemias de grande magnitude (39%) apresentaram um maior número de situações associadas ao risco e os com tendência de aumento da incidência (11,5%) menor grau de implantação da resposta. Cidades com grandes epidemias que reduzem/estabilizam concentraram 68,6% dos Centros de Testagens, 75,8% dos ambulatórios e 81,4% dos exames anti-HIV feitos no sistema de saúde. Ações preventivas em escolas e na atenção básica apresentaram baixa cobertura comparativamente à área assistencial. Diferenças entre regiões foram observadas. Desigualdades no grau de implantação da resposta ao HIV podem contribuir para a

		nacional; e (d) de pequena magnitude que crescem discretamente ou estabilizam/reduzem. Os perfis epidemiológicos foram estudados, posteriormente, segundo indicadores epidemiológicos, geopolíticos, de implantação da resposta à epidemia e a presença de situações associadas ao risco de infecção pelo HIV	ocorrência de diferentes perfis da epidemia no país.
Prado e Castilho, 2009. <i>Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical</i>	O Estado de São Paulo, por compreender aproximadamente 40% dos casos de AIDS notificados no Brasil, oferece uma situação propícia para análise espaço-temporal, visando melhor compreensão da disseminação do HIV/AIDS.	Utilizando os casos de AIDS notificados ao Ministério da Saúde nos anos de 1990 a 2004 para pessoas com idade igual ou superior a 15 anos, tendo como fonte de dados o SINAN. Foram estimados os riscos relativos de AIDS segundo sexo para períodos de 3 anos utilizando modelos bayesianos completos.	Os modelos utilizados se mostraram adequados para explicar o processo de disseminação da AIDS no Estado de São Paulo e evidenciam os processos de feminização e interiorização da doença, além de sugerir que os municípios atualmente mais atingidos se encontram em regiões de pólos de crescimento econômico e possuem população inferior a 50.000 habitantes
Rodrigues-Júnior e Castilho, 2009 <i>Revista Panamericana de Salud Publica</i>	Estudar a epidemia de AIDS na faixa de fronteira no Brasil, com enfoque espacial e temporal.	Trata-se de um estudo ecológico no qual os casos de AIDS notificados ao Ministério da Saúde de 1990 a 2003 foram agrupados conforme as áreas de fome estabelecidas por Josué de Castro nos anos 1940 e conforme 19 sub-regiões culturais. A avaliação espacial foi feita com base nos coeficientes de incidência para os municípios da faixa de fronteira; a avaliação temporal	Foram notificados 7 973 casos de AIDS na faixa de fronteira brasileira: 648 na área Amazônica, 1 579 no Centro-Oeste e 5 746 no Extremo Sul). As sub-regiões com os maiores coeficientes de incidência de AIDS, em cada área, estavam localizadas nas fronteiras tríplices entre o Brasil e outros países da América do Sul. Houve predominância da transmissão por via sexual, sendo a transmissão heterossexual a categoria mais frequente, seguida pela de transmissão por homens que fazem sexo com outros homens. Essas duas categorias representaram 87,2% dos casos

considerou o número absoluto de casos em períodos trimestrais de 1990 a 2003 em cada área de fome considerada (Extremo Sul, Centro-Oeste e Amazônica).

notificados. O aperfeiçoamento dos serviços de saúde na faixa de fronteira brasileira, em toda a sua extensão, pode ser uma estratégia de integração territorial e de enfrentamento da epidemia de AIDS, desde que as diferenças sociais, econômicas e culturais sejam consideradas.

Estes estudos revisados na Tabela 1, destinam-se a resumir a variação espacial do risco de AIDS em populações específicas. O intuito está em quantificar o padrão espacial ou espaço temporal, para destacar áreas de risco e obter pistas quanto à etiologia da doença. Quando se usa métodos de mapeamento de doença, o interesse é investigar evidências ou conjecturas sobre a distribuição geográfica da doença, em estudos do tipo ecológico, e entender sua possível associação com fatores ambientais, sócio demográficos e desenvolvimento humano para prover subsídios a um programa de vigilância de saúde.

2. Objetivo

2.1. Objetivo Geral

Estudar a distribuição espacial e temporal dos casos incidentes notificados de AIDS entre os anos de 2000 a 2010 segundo os Distritos Administrativos do município de São Paulo, SP, e suas associações com as características sócio demográficas e de vulnerabilidade social destas áreas.

2.2. Objetivos Específicos

- Estudar a distribuição espacial e temporal dos casos incidentes notificados de AIDS, estratificados por sexo para adultos (maior de 13 anos)².

2.3. Objetivo Secundário

Estudar a distribuição espacial e temporal dos casos incidentes de AIDS e TB entre os anos de 2006 a 2012 por sexo, segundo os Distritos Administrativos do município de São Paulo, SP, e suas associações com as características de renda e desenvolvimento humano. Este objetivo é parte de um projeto conjunto com a John Hopkins University, apoiado pelo *ICORHTA-NIH*.

²Para fins de notificação entende-se por caso de AIDS o indivíduo que se enquadra nas definições adotadas pelo Ministério da Saúde, os critérios de idade são divididos entre crianças (menores de 12 anos) e adultos (maiores de 13 anos), para saber mais os critérios para caracterização de casos de AIDS estão descritos em publicação específica do Ministério da Saúde (Brasil, 2003).

3. Métodos

3.1. Modelo de estudo

Trata-se de um estudo ecológico com análise espaço- temporal de dados.

3.2. População em estudo

O município de São Paulo, capital do estado de São Paulo, é um importante centro financeiro, com grandes empresas multinacionais e nacionais. É considerada a cidade brasileira mais influente no mundo, em um contexto cultural e político-econômico. É a cidade mais populosa do país com quase de 12 milhões de pessoas (11.895 milhões, estimativa do IBGE para 2014) e com o maior Produto Interno Bruto total que representa 11,5% de todo produto interno brasileiro (IBGE-www.ibge.gov.br)

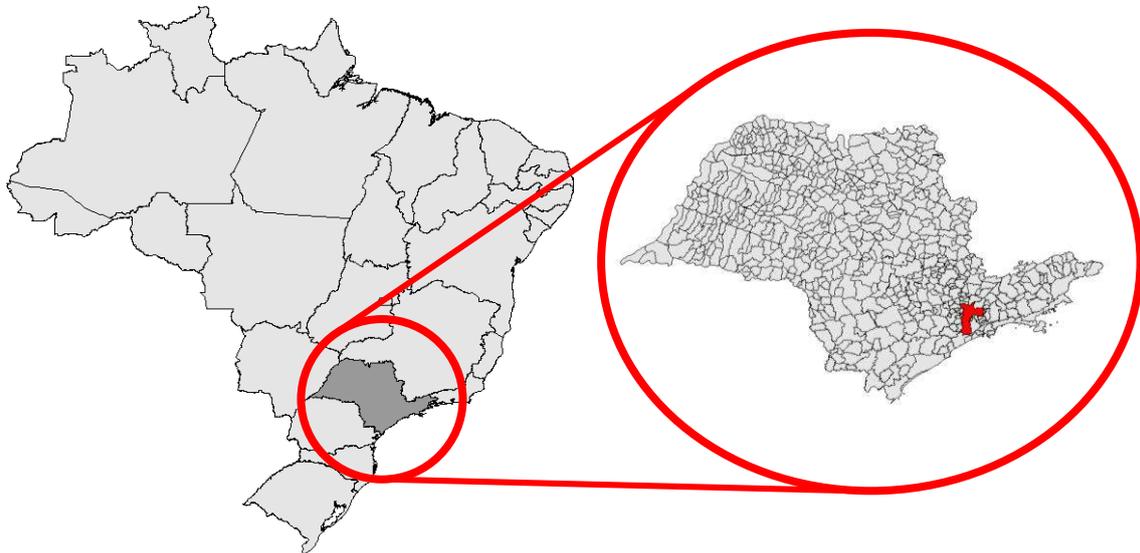


Figura 2: Localização geográfica da cidade de São Paulo, no estado de São Paulo- Brasil.

No presente estudo, foram estudados os casos incidentes notificados de AIDS, segundo os Distritos Administrativos. O município de São Paulo tem uma divisão administrativa composta por 31 (trinta e uma) subprefeituras, sendo a área de abrangência de cada subprefeitura dividida em Distritos Administrativos, em um total de 96 (ver Figura 2).

A Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo tem um programa específico em DST/AIDS que disponibiliza serviço gratuito e especializado integrado ao SUS (Sistema Único de Saúde) em todas as regiões da cidade. Nestes locais todos os cidadãos têm acesso aos seguintes serviços disponíveis: testes laboratoriais, consultas, orientações de prevenção e tratamento às Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST), e podem adquirir preservativos masculinos e femininos. (Secretaria Municipal de Saúde- São Paulo)

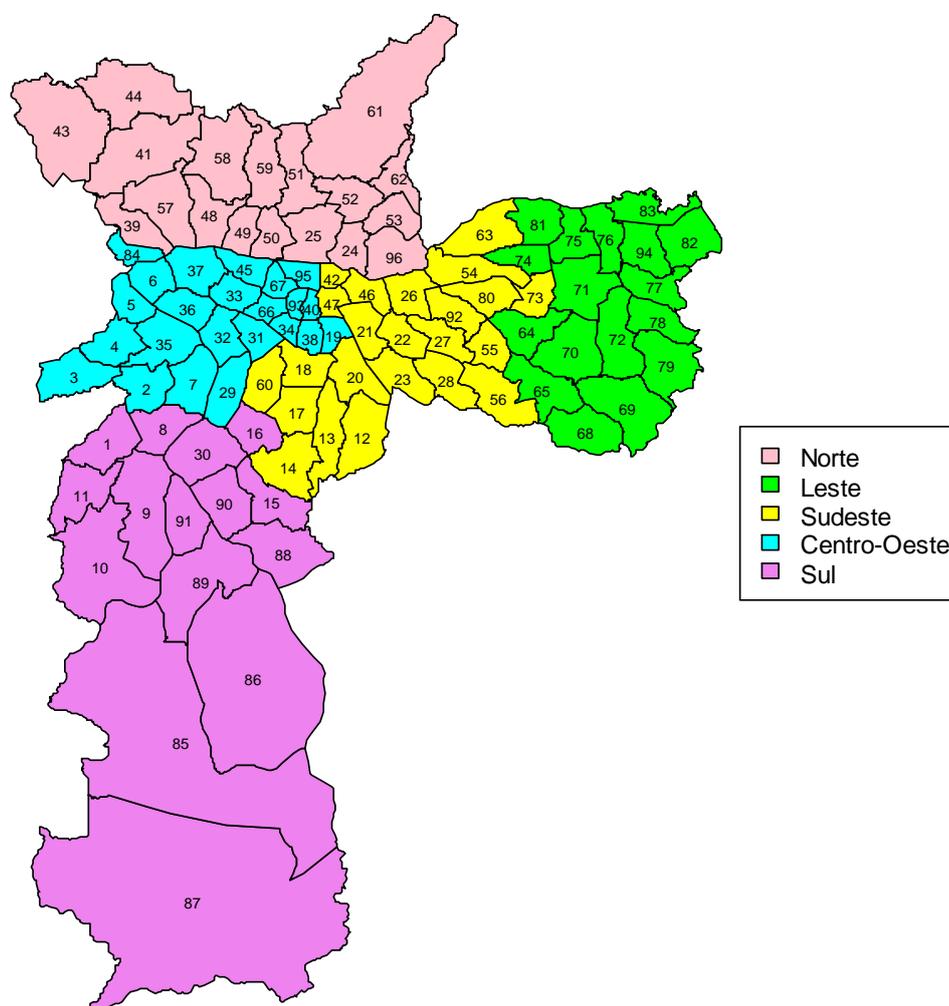


Figura 3: Regiões do Município de São Paulo (em cores diferentes) divididas em Distritos Administrativos (numerado).

Tabela 2: Numeração correspondente a cada Distrito Administrativo

Código	Nome	Código	Nome	Código	Nome
1	Campo Limpo	34	Bela Vista	67	Santa Cecília
2	Vila Sônia	35	Butantã	68	São Rafael
3	Raposo Tavares	36	Alto de Pinheiros	69	Iguatemi
4	Rio Pequeno	37	Lapa	70	Parque do Carmo
5	Jaguareé	38	Liberdade	71	Itaquera
6	Vila Leopoldina	39	São Domingos	72	José Bonifácio
7	Morumbi	40	Sé	73	Artur Alvim
8	Vila Andrade	41	Jaraguá	74	Ponte Rasa
9	Jardim São Luís	42	Pari	75	Vila Jacuí
10	Jardim Ângela	43	Anhanguera	76	São Miguel
11	Capão Redondo	44	Perus	77	Lajeado
12	Sacomã	45	Barra Funda	78	Guaianases
13	Cursino	46	Belém	79	Cidade Tiradentes
14	Jabaquara	47	Brás	80	Vila Matilde
15	Cidade Ademar	48	Freguesia do Ó	81	Ermelino Matarazzo
16	Campo Belo	49	Limão	82	Itaim Paulista
17	Saúde	50	Casa Verde	83	Jardim Helena
18	Vila Mariana	51	Mandaqui	84	Jaguara
19	Cambuci	52	Tucuruvi	85	Parelheiros
20	Ipiranga	53	Vila Medeiros	86	Grajaú
21	Mooca	54	Penha	87	Marsilac
22	Água Rasa	55	Aricanduva	88	Pedreira
23	Vila Prudente	56	Sapopemba	89	Cidade Dutra
24	Vila Guilherme	57	Pirituba	90	Campo Grande
25	Santana	58	Brasilândia	91	Socorro
26	Tatuapé	59	Cachoeirinha	92	Carrão
27	Vila Formosa	60	Moema	93	República
28	São Lucas	61	Tremembé	94	Vila Curuçá
29	Itaim Bibi	62	Jaçanã	95	Bom Retiro
30	Santo Amaro	63	Cangaíba	96	Vila Maria
31	Jardim Paulista	64	Cidade Líder		
32	Pinheiros	65	São Mateus		
33	Perdizes	66	Consolação		

3.3. Obtenção dos dados

Os dados relativos ao número de casos incidentes de AIDS³ foram obtidos por meio do site da prefeitura de São Paulo, utilizando o sistema TabNet do DATASUS, segundo Distritos Administrativos, no período de 2000 a 2010. Foram obtidas, pelo mesmo sistema, as informações por Distritos Administrativos, sobre distribuição de sexo e população de cada distrito.

Informações sobre as características socioeconômicas, vulnerabilidade, renda e IDH dos Distritos Administrativos foram obtidos com o auxílio do software Atlas municipal da cidade de São Paulo (versão 1.2.0). As informações sobre indicadores compostos foram obtidas pela Fundação SEADE (Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados).

3.4. Indicadores

Os indicadores de saúde foram escolhidos conforme sua disponibilidade para cidade de São Paulo, segundo seus 96 Distritos Administrativos. Foram estudados os seguintes indicadores: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) municipal e seus componentes (renda, educação e longevidade), Índice de Necessidade em Saúde (INS), Índice de Vulnerabilidade Juvenil (IVJ), Índice de Gini, Índice de Theil, Índice de envelhecimento, Razão de dependência e Renda per capita. Todos estes indicadores se referem ao ano de 2000, devido a sua disponibilidade no Atlas do Trabalho e Desenvolvimento de São Paulo, com exceção do INS que faz referência ao ano de 2007. Na sequência abordaremos com detalhes o método de construção dos índices e sua relevância para este trabalho.

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) possibilita estabelecer o grau de desenvolvimento humano de cada distrito administrativo, quanto maior o IDH mais desenvolvido é o distrito em um intervalo de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, considera-

³ A definição de caso confirmado de AIDS baseia-se em critérios adotados pelo Ministério da Saúde para orientar as ações de vigilância epidemiológica da doença em todo o país. (BRASIL-MS, 2003)

se que há mais desenvolvimento humano em seus três componentes: renda, educação e longevidade. O IDH é uma medida importante proposta pela Organização das Nações Unidas (ONU) para avaliar a qualidade de vida e o desenvolvimento econômico de uma população. Anualmente é elaborado o Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD-OMS). Neste relatório é disponibilizado o IDH por país, chamado de IDH-Global.

O IDH-municipal é obtido de forma similar ao IDH-global, com algumas alterações e adequações em sua metodologia de construção, pois há necessidade de verificar a disponibilidade de indicadores locais para a realidade de cada município.

A componente educação do IDH é mensurada usando as seguintes informações: percentual de pessoas com 18 anos ou mais com ensino fundamental completo; percentual de pessoas de 5 a 6 anos frequentando a escola; percentual de pessoas de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental; percentual de pessoas de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo e percentual de pessoas de 18 a 20 anos com ensino médio completo. A componente longevidade é mensurada utilizando-se a esperança de vida ao nascer (em anos) e a componente renda é mensurado usando a renda per capita (em reais). Estes três componentes são sumarizados por meio da média geométrica, resultando no IDH-Municipal, e o resultado é então apresentado para os 96 Distritos Administrativos da cidade de São Paulo, com o intuito de evidenciar diferenças com relação ao desenvolvimento humano. (Fonte: Organização Mundial de Saúde-Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD)

Índice de Necessidade em Saúde (INS)

O Índice de Necessidades em Saúde (INS) possibilita a identificação de áreas e grupos populacionais que necessitam de atenção quanto a oferta de serviços de saúde. As necessidades contempladas no índice são expressas nas condições demográficas, epidemiológicas e sociais da população residente nos diversos distritos administrativos. Este índice é construído considerando cinco componentes, sendo eles: crianças e adolescentes, gestantes, adultos, idosos e doenças de notificação compulsória. A

metodologia para construção do INS é semelhante à do IDH (OMS-PNUD), fazendo-se uma média geométrica dos componentes. Os componentes utilizados no INS são:

Criança e adolescentes: proporção de Crianças e Adolescentes na população residente; Coeficiente de Mortalidade Infantil; Coeficiente de Mortalidade por Infecção Respiratória Aguda (< 5 anos);

Gestantes: Proporção de Gestantes Adolescentes (< 20 anos); Taxa de Fertilidade Total; Razão de Mortalidade Materna; Coeficiente de Incidência de Sífilis Congênita; Proporção de Pré-Natal Inadequado (menos de 7 consultas);

Adultos: Prevalência de Hipertensão Arterial (20 a 59 anos); Prevalência de Diabetes (20 a 59 anos); Taxa de Mortalidade por Doenças Crônicas relacionadas à Hipertensão e Diabetes (30 e 59 anos); Taxa de Mortalidade por Acidentes (20 e 59 anos);

Idosos: Proporção de Idosos na População Residente (maiores ou igual a 60 anos); Mortalidade Precoce em Idosos (% de óbitos de 60 a 69 anos em relação ao total de óbitos em 60 anos e mais); Taxa de Mortalidade de Idosos por Pneumonia (60 anos e mais) ; Taxa de Mortalidade de Idosos por Acidente (60 anos e mais);

Doença de notificação compulsória: Coeficiente de Incidência de Dengue; Coeficiente de Incidência de Tuberculose Pulmonar Bacilífera; Coeficiente de Incidência de Leptospirose; Coeficiente de Incidência de Meningite;

Para cada um destes indicadores é calculada a posição ocupada pelo seu valor em relação à discrepância máxima. É não é atribuída ponderação diferenciadas aos indicadores envolvidos, de forma a não destacar nenhum dos problemas de saúde, considerando-os, para esta análise, com o mesmo grau de relevância. Isto resultou em três categorias de níveis de necessidades em serviços de saúde: alta necessidade, média necessidade e baixa necessidade. (Fonte: CEINFo 2008)

Índice de Gini (Coeficiente de Gini)

O Índice de Gini é um método de mensurar a desigualdade social. Este índice varia em uma escala de 0 a 1, quanto mais próximo de 0 e mais distante de 1, menor é a desigualdade. O

valor zero corresponde então à completa igualdade de renda (todos os indivíduos teriam a mesma renda) e o valor 1 corresponde à completa desigualdade, que seria a situação onde uma pessoa é detentora de toda renda e as demais não tem renda alguma. Este índice é expresso geralmente em porcentagem e pode ser usado para mensurar qualquer distribuição.

O coeficiente de Gini é obtido pelo cálculo da razão das áreas no diagrama da Curva de Lorenz, conforme Figura 2. A curva de Lorenz é um gráfico utilizado para representar a renda. Para obtê-la traça-se uma curva considerando o percentual acumulado da população no eixo x e o percentual acumulado de renda no eixo y. Posteriormente divide-se a área A pela B e então obtém-se o valor do Coeficiente de Gini. Este Coeficiente possibilita a análise dos diferenciais de concentração de renda, auxiliando no entendimento da situação econômica da população, podendo subsidiar a identificação de grupos populacionais que precisam de atenção em termos de políticas públicas de saúde, levando a um planejamento eficaz. (Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)- Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)).

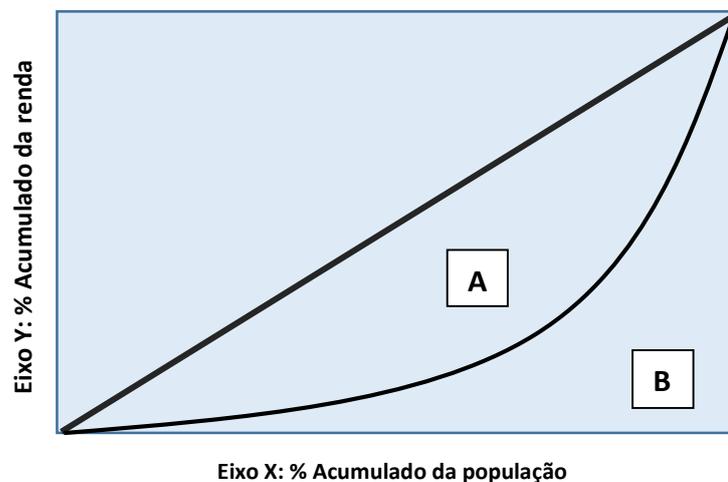


Figura 4: Curva hipotética de Lorenz

Índice de Theil

O Índice de Theil é uma medida estatística da distribuição de renda. O índice de Theil é dado pelo logaritmo neperiano da razão entre as médias aritméticas e geométricas da renda familiar per capita média.

Caso a razão entre as médias for igual a 1, o Índice de Theil será igual a zero, indicando perfeita distribuição. Quanto maior a razão entre as médias, maior será o valor para o índice, e pior será a distribuição de renda, mensurado em uma escala de 0 a 1.

O Índice de Theil (Theil,1967) é baseado no conceito de entropia de uma distribuição, dentre algumas propriedades, nota-se que é simétrico, invariante à replicação, independente da média. Assim, tem a propriedade de ser invariante em caso de alteração da escala da renda. O Índice de Theil tem o requisito de um bom índice de desigualdade pois satisfaz a condição de Dalton-Pigou, de que o indicador deverá acusar queda na desigualdade se houver transferência de renda de um rico para um pobre, ou o contrário.

Índice de Vulnerabilidade Juvenil

O Índice de Vulnerabilidade Juvenil (IVJ), foi criado para auxiliar na escolha de áreas de intervenção nos 96 distritos administrativos do município de São Paulo.

O IVJ considera indicadores socioeconômicos e demográficos sendo eles: taxa anual de crescimento populacional; percentual de jovens, de 15 a 19 anos, no total da população dos distritos; taxa de mortalidade por homicídio da população masculina de 15 a 19 anos; percentual de mães adolescentes, de 14 a 17 anos, no total de nascidos vivos; valor do rendimento nominal médio mensal, das pessoas com rendimento, responsáveis pelos domicílios particulares permanentes e; percentual de jovens de 15 a 17 anos que não frequentam a escola. Este indicador varia em uma escala de 0 a 100 pontos, em que o zero representa o distrito com menor vulnerabilidade e 100 o de maior.

O IVJ foi obtido a partir de um modelo de análise fatorial. A partir de uma análise da matriz de correlação das diversas variáveis, é possível obter indicadores sintéticos, que consistem numa combinação linear das variáveis originais que as sintetizam e explicam. O índice foi operacionalizado em uma escala de pontos e foram gerados cinco grupos de vulnerabilidade juvenil, sendo eles: Grupo 1: até 21 pontos, envolve os distritos menos vulneráveis; Grupo 2: de 22 a 38 pontos, se classificam em segundo lugar entre os menos vulneráveis; Grupo 3: de 39 a 52 pontos, se posicionam em uma escala intermediária de vulnerabilidade; Grupo 4: de 53 a 65 pontos, se classificam em segundo lugar entre os mais vulneráveis e; Grupo

5: mais de 65 pontos definidos como distritos com maior vulnerabilidade juvenil do município de São Paulo. (Fonte: Fundação SEADE -Sistema Estadual de Análise de Dados)

Índice de envelhecimento

O Índice de envelhecimento é definido como o número de pessoas de 60 anos ou mais de idade, para cada 100 pessoas menores de 15 anos de idade. Pode ser entendido como a razão entre os componentes etários extremos da população, representados por idosos e jovens. Utilizamos este indicador com o intuito de mostrar a dinâmica demográfica no município. Grandes valores indicam que a transição demográfica encontra-se em estágio avançado. (Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) www.ibge.gov.br)

Razão de dependência

A razão de dependência é definida como a razão entre o segmento etário da população definido como economicamente dependente (os menores de 15 anos de idade e os de 60 ou mais) e o segmento etário potencialmente produtivo (entre 15 e 59 anos de idade).

Este indicador mede a participação relativa do contingente populacional potencialmente inativo, que deveria ser sustentado pela parcela da população potencialmente produtiva. Valores elevados indicam que a população em idade produtiva deve sustentar uma grande proporção de dependentes, o que significa consideráveis encargos assistenciais para a sociedade. É um indicador em potencial para entender a evolução do grau de dependência econômica em uma determinada população e pode sinalizar o processo de rejuvenescimento ou envelhecimento populacional. (Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) www.ibge.gov.br)

Renda per capita

Renda familiar per capita é a divisão entre a renda familiar total e o número de membros na família. Corresponde à parcela individual de renda familiar alocada para consumo de cada membro da mesma, sendo definida como a média das rendas domiciliares per capita em reais. É usada com o intuito de mostrar a capacidade econômica de aquisição de bens

de consumo. A renda é calculada anualmente, pois a apuração consolidada do PIB (Produto Interno Bruto) é realizada somente no final do ano. Entretanto, esta medida trata-se de uma média e pode disfarçar várias disparidades na distribuição de renda, pois um município pode ter uma ótima renda per capita, mas um alto índice de concentração de renda e grande desigualdade social, ou pelo contrário um município pode ter baixa renda per capita, mas não ter muita concentração de renda, não existindo assim grande desigualdade entre ricos e pobres. (Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) www.ibge.gov.br)

3.5. Construção do banco de dados

A construção do banco de dados com as informações codificadas por distritos administrativos do município de São Paulo, obedecendo uma formatação correta destes dados para *input* em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), foi realizada com o auxílio dos softwares R e Excel.

Após a consolidação deste banco de dados, obtivemos o mapa digital da cidade de São Paulo no site do IBGE, em formato *shapefile*. As manipulações cartográficas com a validação das informações cruzadas entre o mapa digital e as tabelas construídas, foram feitas com o auxílio de bibliotecas de comandos específicas do R, como *maptools* e *sp*, e o com uso do programa Terra View, pois é possível validar se as informações estão sendo ligadas corretamente com a base digital e as tabelas construídas, para posteriormente gerar imagens cartográficas com boa resolução e em diversos formatos.

Então, após esta etapa, iniciou-se o processo de construção dos mapas temáticos, para ilustrar as características da doença segundo os Distritos Administrativos e ilustrar o padrão espacial da incidência de AIDS no município, utilizando os mapas das taxas brutas de incidência da doença.

3.6. Análise espacial

As técnicas de análise espacial se encaixam aos estudos ecológicos, pois utilizam áreas geográficas como unidades de observação. O desenvolvimento de tecnologias para análise de dados no espaço geográfico trouxe inovações nos estudos em saúde pública, contribuindo para a compreensão dos fatores socioeconômicos e ambientais, que determinam as condições de vida e o estado de saúde em populações distintas.

O estudo dos padrões de distribuição geográfica das doenças e suas relações com fatores socioambientais é chamado de Epidemiologia Geográfica e faz uso conjunto dos recursos computacionais com os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), para desenvolver novos métodos de análise. Neste estudo trabalhamos em ampliar ferramentas dentro deste cenário usando a abordagem bayesiana de mapeamento de doenças.

3.7. Modelagem estatística

3.7.1. Modelos de regressão espaço-temporais

As técnicas de análises espaciais têm-se mostrado versáteis, tais que seu uso se encontra em diversas áreas do conhecimento (Cressie, 1993; Bailey e Gatrell, 1995), e sendo mais difundidas e usadas nos últimos 25 anos para resolver problemas importantes na medicina, engenharia e outros campos da ciência. Estes modelos foram desenvolvidos para lidar com dificuldades nos geoprocessamentos (Rezaeian, 2007; Aylin *et al*, 1999) que surgem com dados que contém estruturas de informações espaciais (Anselin, 1988; Anselin e Bera, 1998; Anselin, 2002; Haining, 2003).

Os modelos com componentes espaciais são bem particulares (Aylin *et al*, 1999), recebendo abordagens diferentes de acordo com a área de estudo (Rezaeian, 2007). A técnica possibilita adicionar um parâmetro espacial, que pode ser interpretado como o quanto o número de casos de AIDS em um determinado local, está associada com o número de casos de AIDS em locais adjacentes. O método também permite a adição de informações socioeconômicas, de desenvolvimento e de vulnerabilidade dos distritos, possibilitando descrever como estas variáveis se associam de forma espacial aos casos da doença.

Neste estudo utilizamos dados em áreas, com as informações por Distritos Administrativos do município de São Paulo. Considerando o conjunto de 96 Distritos Administrativos $\{DA_1, DA_2, \dots, DA_{96}\}$, construímos a matriz $W_{96 \times 96}$, onde cada um dos elementos w_{ij} representa uma medida de proximidade entre DA_i e DA_j e temos a então chamada matriz de vizinhança. Foi utilizado o critério de vizinhança de primeira ordem, em que cada um dos elementos w_{ij} representa uma medida de proximidade entre A_i e A_j . Consideraremos $w_{ij}=1$, se A_i faz fronteira com A_j e $w_{ij}=0$ caso contrário. Esta matriz é utilizada para implementar o critério de adjacência que o modelo estatístico propõe e possibilita entender a dependência espacial estudada. Neste estudo utilizaremos somente matriz de proximidade de primeira ordem, ou seja, consideraremos o primeiro vizinho de cada distrito. Abaixo segue a figura que mostra a grafo da vizinhança e que permite estruturar a matriz de vizinhança de qualquer ordem.



Figura 5: Grafo da vizinhança para os 96 Distritos Administrativos do município de São Paulo-SP.

3.7.2 Método bayesiano

Métodos bayesianos tornaram-se comuns em aplicações de estatística moderna. A aceitação destes métodos é um fenômeno relativamente recente, facilitada devido ao desenvolvimento de rápidos e eficientes dos algoritmos computacionais que foram disponibilizados depois dos anos 80 (Lawson, 2013) e a popularização do computador pessoal.

Em estudos estatísticos a informação que se tem sobre uma quantidade θ (parâmetro populacional de interesse) é fundamental. Sendo o verdadeiro valor de θ desconhecido, a ideia básica do método bayesiano está em estender o Teorema de Bayes e assumir que θ é uma quantidade aleatória estocástica, podendo ser representada por distribuições de probabilidade para θ , chamadas de distribuições a priori. É intuitivo que diferentes pesquisadores especifiquem distribuições que expressem distintas informações para θ . Filosoficamente, a inferência bayesiana se baseia em que toda a incerteza deve ser quantificada em termos de probabilidade.

O Teorema de Bayes é uma atualização da informação baseada em informações prévias (a priori). Considere um parâmetro de interesse desconhecido θ (não observável). A informação que temos de θ em termos probabilísticos é $p(\theta)$, que pode ser atualizada observando-se uma variável aleatória X parametrizada em θ . A distribuição amostral $p(x|\theta)$ define esta relação. Após observar $X = x$ a quantidade de informação sobre θ aumenta, logo o Teorema de Bayes, pode ser matematicamente formalizado da seguinte forma: $p(\theta|x) = \frac{p(x,\theta)}{p(x)} = \frac{p(x|\theta)p(\theta)}{p(x)}$

Para um valor fixo de x , a função $p(x|\theta)$ fornece a verossimilhança de cada um dos possíveis valores de θ enquanto $p(\theta)$ é a distribuição de probabilidade a priori de θ . Estas duas fontes de informação, distribuição a priori e verossimilhança são combinadas levando à distribuição a posteriori de θ , $p(\theta|x)$. Logo, podemos expressar que distribuição a posteriori é proporcional ao produto entre verossimilhança e a distribuição a priori.

Para se obter as distribuições de probabilidades a posteriori utilizamos amostras simuladas das distribuições a posteriori dos parâmetros de interesse, obtidas por simulação MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*) (Geman, 1997). Os métodos de Monte Carlo via cadeias de Markov são uma alternativa aos métodos não iterativos em problemas complexos, onde

o interesse é alcançar uma amostra da distribuição a posteriori e calcular estimativas amostrais de características desta distribuição. Usando técnicas de simulação iterativa, baseadas em cadeias de Markov, com algoritmos específicos implementados nos softwares de apoio. Deste modo, são assim obtidas estimativas dos parâmetros e seus respectivos, intervalos de credibilidade com 95% de confiança.

3.7.3. Processo de implementação dos modelos

O processo de implementação dos modelos bayesianos envolve a programação dos modelos em linguagem computacional. Primeiro, trabalhou-se com os modelos espaciais sem o componente temporal, ou seja, iniciou-se a modelagem das informações somente com o ano de 2010 e depois incorporou-se a extensão temporal para estudar os anos de 2000 a 2010 conjuntamente. Em um segundo passo foram ajustados modelos com mais informações sobre o número de casos incidentes de AIDS. Esta etapa envolve um trabalho exaustivo de otimização dos algoritmos computacionais no software *Openbugs*, com vários ajustes na especificação das distribuições de probabilidade a priori até que se obtenha convergência das cadeias geradas, sem, contudo, perder toda a ideia de “não informação”. Depois deste processo, é possível agregar extensões ao modelo estatístico, de modo que, se consiga estudar a doença no espaço, no tempo e suas associações com os indicadores socioeconômicos.

3.7.4 Definição dos modelos

Considere Y_{itk} o número de casos incidentes de AIDS no Distrito Administrativo i ($i = 1, \dots, 96$) e no ano t ($t=2000, \dots, 2010$) e de indivíduos do sexo k ($k=1$ se sexo masculino e $k=2$ se sexo feminino). O modelo estatístico considera que Y_{itk} é uma variável aleatória que segue uma distribuição de Poisson com valor esperado $N_{itk} * \theta_{itk}$, por se tratar de dados de contagens de casos incidentes. Matematicamente, o modelo estatístico é escrito na forma:

$$Y_{itk} | N_{itk}, \theta_{itk} \sim \text{Poisson}(N_{itk} * \theta_{itk}),$$

em que N_{itk} é o número de habitantes do Distrito Administrativo i , no ano t e sexo k e θ_{itk} é um parâmetro a ser estimado pelo modelo, relativo à taxa de incidência da doença para cada

distrito, ano e sexo. Foi usada uma função de ligação do tipo logarítmica, para fazer a estimativa da taxa de incidência conforme descrito nos modelos a seguir, para cada situação particular de interesse.

O modelo 1, foi definido com o interesse em estimar as taxas de incidência da doença, considerando o espaço e o tempo, ou seja, um “alisamento” das taxas segundo o componente espaço-temporal. Estatisticamente definido como:

$$\textbf{Modelo 1: } \ln(\theta_{itk}) = \alpha_k + \lambda_{ki} + W_{itk}$$

Deste modo, α_k é um intercepto do modelo para cada sexo k e recebe uma priori com distribuição do tipo *flat* e distribuições uniformes no intervalo $(0, K)$ para θ_{11} , θ_{12} , θ_{21} e θ_{22} , onde $K = 50$. Foi feito uma análise de sensibilidade para investigar a influência de outros valores em K no ajuste do modelo, λ_{ki} segue uma distribuição condicional autorregressiva bivariada, que permite que as correlações entre as áreas próximas no espaço sejam maiores, ou seja, capturam possíveis correlações espaciais entre os distritos adjacentes, considerando os efeitos dos primeiros vizinhos. E, W_{itk} segue uma distribuição a priori do tipo normal multivariada, além disto os efeitos de W_{itk} estão relacionados com a tendência longitudinal das taxas de incidência para cada Distrito Administrativo e sexo. Assume-se um processo de gaussiano multivariado com um vetor de dimensão de tamanho 11, em que todos os componentes são iguais a zero e os componentes da média matriz covariância são dadas por $cov[\omega(i,k,t), \omega(i,k,t^*)] = \theta_{s1} \exp(-\theta_{s2} |t - t^*|)$ (Brascum *et. al*, 2008), desta forma assumimos uma estrutura longitudinal para a matriz de covariância, onde $k = 1, 2$ e $t = 1, \dots, 11$, $t^* = 1, \dots, 11$. Note-se que esta expressão refere-se a covariância entre os efeitos de $\omega(i,t,k)$ e $\omega(i,t^*,k)$, tal como t e t^* indicam o período de estudo.

No modelo 2 acrescentamos a informação da covariável, denotada por X , para verificar sua associação com as taxas de incidência da doença e modificamos as distribuições a priori com o intuito de obter melhores estimativas do efeito da covariável. Utilizando a seguinte função de ligação:

$$\textbf{Modelo 2 com covariáveis: } \ln(\theta_{itk}) = \alpha_{kt} + W_{ki} + \beta_{kt}(x_i - \bar{x})$$

No modelo 2, α_{kt} é um intercepto constante para cada sexo e ano, W_{ki} é um efeito aleatório espacial e β_{kt} é um efeito de medida da covariável X na taxa de incidência para cada sexo e ano, x_i são observações da covariável X , e \bar{x} é a média destas observações. Para otimizar a convergência e melhorar o desempenho do algoritmo, utilizamos a estratégia de centrar a variável, que justifica o uso do termo $(x_i - \bar{x})$ (Lawson, 2013).

Então, consideramos distribuições a priori do tipo não informativa. Assim para o intercepto temos que α_{1t} e α_{2t} seguem uma distribuição normal multivariada com média zero e matriz de covariância D_1 e D_2 , respectivamente. Assumimos que D_1 e D_2 são matrizes de variância-covariância não estruturadas que seguem uma distribuição a priori multivariada Wishart em um contexto hierárquico. Para W_{ki} consideramos uma distribuição a priori intrínseca condicional autorregressiva bivariada (MVCAR), que considera o efeito de adjacência entre os distritos vizinhos para ponderar a taxa de incidência da doença espacialmente. A distribuição CAR-bivariada foi escolhida assumindo que as informações da incidência de AIDS em relação ao sexo serem espacialmente correlacionados nos 96 distritos do município de São Paulo ($D_i, i=1, \dots, 96$). Os modelos CAR-multivariados, substituem a distribuição CAR-univariada de modo condicional, sendo que o número de casos incidentes no sexo feminino (D_i) é condicional ao número de casos incidentes no sexo masculino (D_j), ponderados pelo efeito de adjacência entre os vizinhos de primeira ordem para ajustar a taxa de incidência da doença nos sexos.

Ao utilizarmos esta distribuição precisamos identificar um vetor que lista os números de identificação das áreas adjacentes para cada distrito em estudo, um vetor de pesos associados a cada par de áreas, tendo $C_{ij} = 1$, se áreas i e j são vizinhos e 0 caso contrário, um vetor contendo o número total de vizinhos n_i para cada área e uma matriz representando a precisão (inversa da variância) da distribuição CAR-multivariada, a qual é atribuída uma distribuição a priori de Wishart. Por fim, β_{kt} segue uma distribuição a priori normal, tendo média zero e variância 100.

O modelo 3 foi estruturado para captar influência de covariáveis do tipo categóricas como o Índice de Necessidade em Saúde. Utilizando a seguinte função de ligação:

$$\text{Modelo 3 com covariáveis: } \ln(\theta_{itk}) = \alpha_{kt} + W_{ki} + \beta_k * X_i,$$

Em que α_{kt} é um intercepto constante para cada sexo e ano, W_{ki} é um efeito aleatório espacial, β_k é um efeito de medida da covariável X_i na taxa de incidência para cada sexo e categoria das covariáveis INS e IVJ. O modelo que inclui o efeito do INS, β_k segue uma priori com distribuição normal, tendo média zero e variância 100, para as categorias alta e média necessidade, considerando a categoria “baixa necessidade” como referência na sua definição. Para o modelo com o IVJ, β_k segue uma distribuição a priori normal, com média zero e variância 100, para os grupos 1, 2, 3, e 4, considerando o grupo 5 (maior vulnerabilidade social) foi considerado a referência na especificação considerando-se uma com o componente do sexo.

Nas simulações usando o algoritmo MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*) foram simuladas 60.000 amostras. Considerou-se um *burn-in* de tamanho 6000, para eliminar o efeito dos valores iniciais no algoritmo e usou-se saltos de tamanho 10 para minimizar os efeitos de autocorrelação, entre sucessivas amostras das distribuições a posteriori de todos os parâmetros do modelo. Em todos os modelos considerou-se independência a priori entre os parâmetros de interesse. Considerou-se os percentis de 2,5% e 97,5% para obter os intervalos de credibilidade (IC 95%) para os parâmetros de interesse. Quando o IC para o parâmetro β_{kt} não inclui o valor zero, temos evidência de associação entre a covariável em estudo com a taxa de incidência de AIDS entre pessoas do sexo k e no ano t . A convergência do algoritmo foi verificada pelos gráficos de diagnósticos usuais (correlograma e gráfico do traço).

3.7.5. Recursos Computacionais

Na modelagem estatística bayesiana dos dados, utilizou-se o módulo adicional GEOBUGS do programa OPENBUGS, desenvolvido pelo Departamento de Epidemiologia e Políticas Públicas do *Imperial College at St Mary's Hospital* – Londres, módulo capaz de manusear informações espaciais e espaço-temporais de modelagem estatística de dados.

Para a construção dos mapas e ilustração dos resultados obtidos pelos modelos, foi utilizado o programa R (versão 2.14). Este software permite uso de biblioteca externas de comandos, que manipulam arquivos cartográficos, permitindo gerar e configurar a visualização cartográfica consequente dos métodos empregados.

4. Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (número do parecer 565.914). O CEP entendeu que este trabalho não envolve seres humanos e sim dados públicos disponíveis no sistema TABNET do DATASUS, dispensando apreciação ética.

5. Resultados

5.1. Descrição das taxas brutas

Nesta seção apresentamos uma descrição geral da distribuição espacial dos casos incidentes de AIDS durante os anos em estudo, apresentados nas Figuras 6 a 11. Para uma melhor descrição, utilizamos mapas temáticos das taxas brutas (casos incidentes/100.000 habitantes), no município de São Paulo, entre os anos de 2000 e 2010.

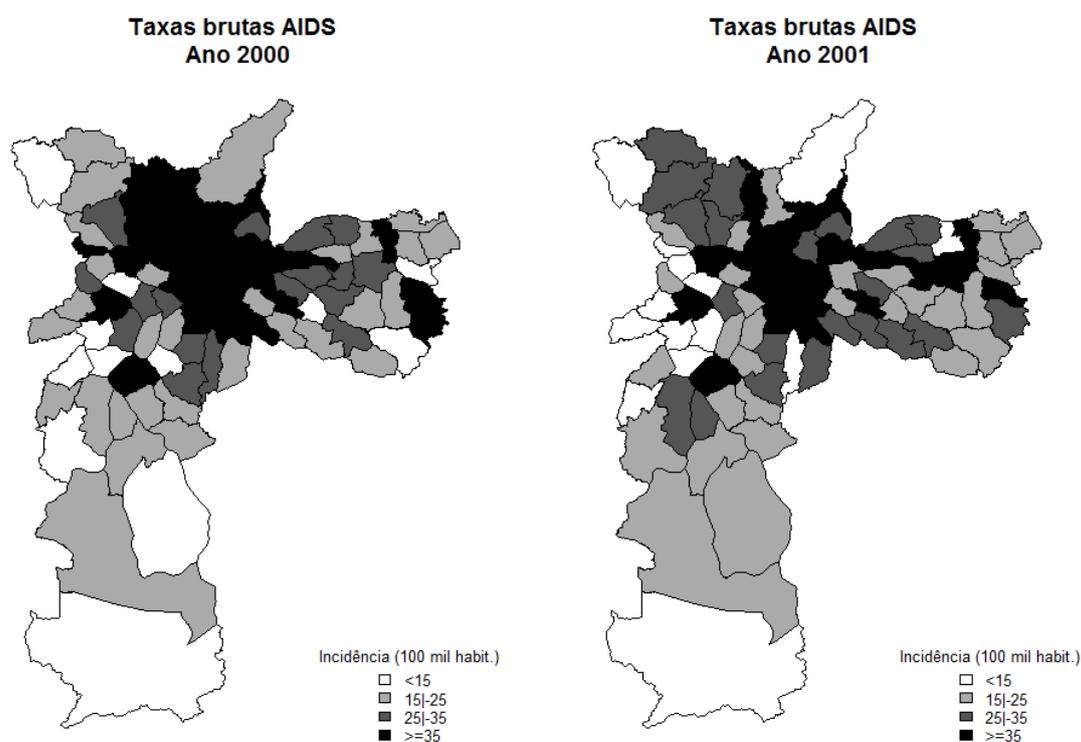


Figura 6: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2000 e 2001.

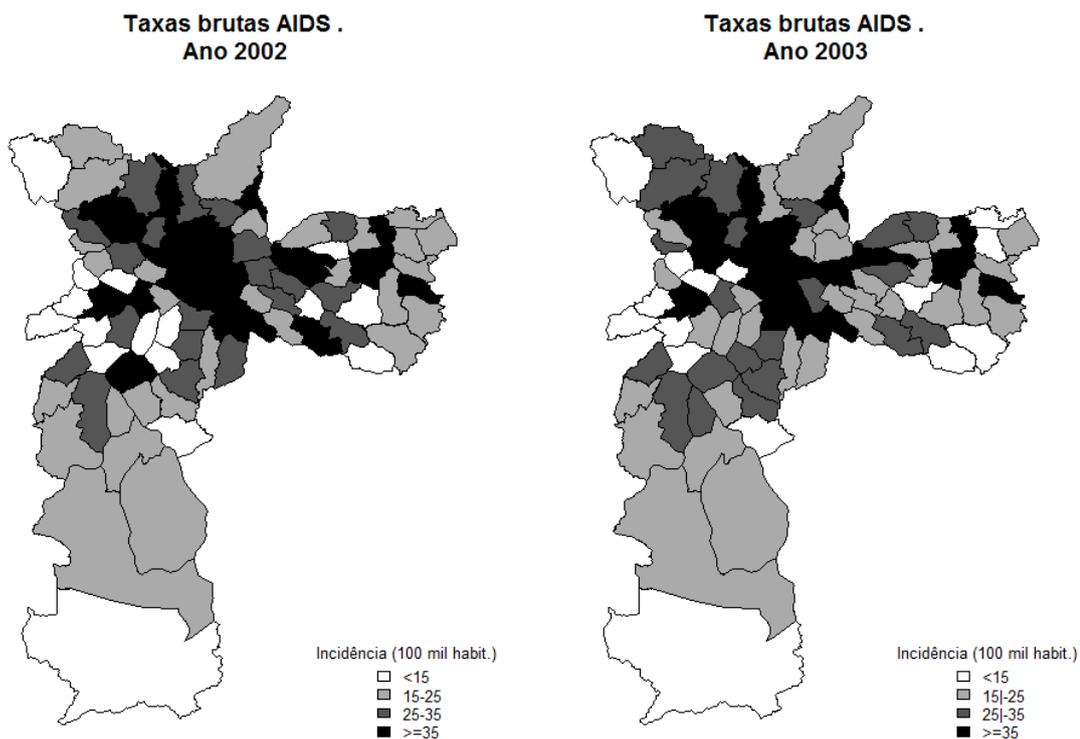


Figura 7: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2002 e 2003.

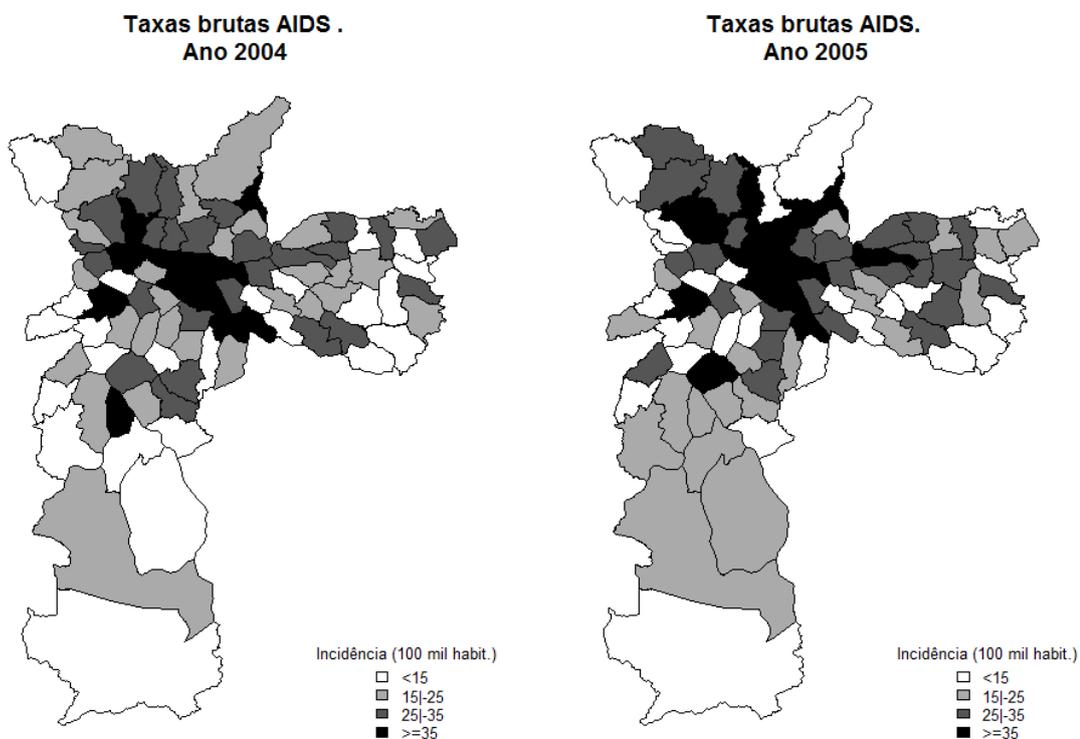


Figura 8: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, anos 2004 à 2005.

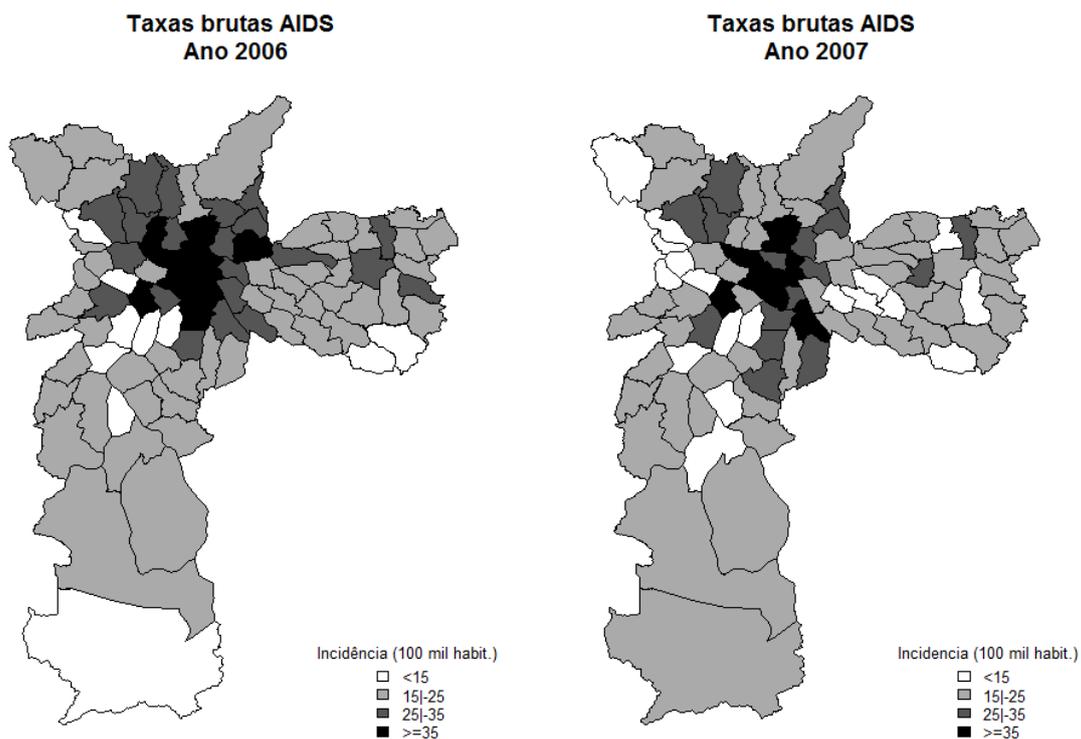


Figura 9: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2006 e 2007.

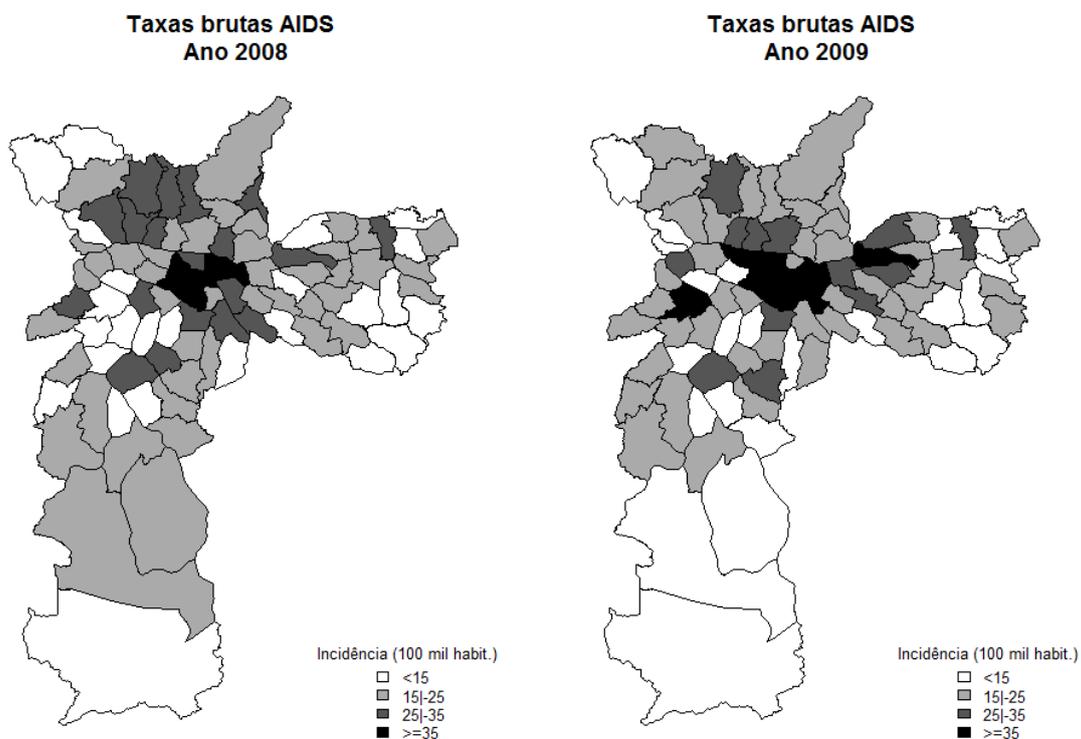


Figura 10: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2008 e 2009.

**Taxas brutas AIDS .
Ano 2010**

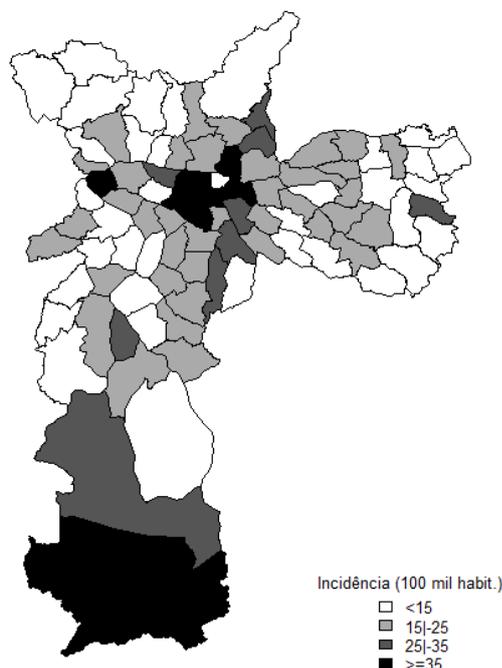


Figura 11: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, São Paulo- SP, ano 2010.

Nas Figuras 6 a 11, observamos as taxas de incidência bruta durante os anos em estudo e sua distribuição espacial, segundo os Distritos Administrativos no município de São Paulo. Pode-se notar que as maiores taxa de incidência de AIDS na população em estudo se concentram nas áreas “centrais” dos mapas. O padrão se modifica suavemente ao longo dos anos evidenciando uma diminuição em alguns DA da área central e aumento nos DA periféricos, entre os anos de 2007 e 2010. Em 2008 as taxas começam a decrescer nas regiões periféricas e se concentram em uma região central bem definida, descritas pela cor mais escura nos mapas temáticos. O modelo estatístico promove um alisamento destas taxas e possibilita um melhor entendimento desta dinâmica de mudança, como descrito posteriormente. Sabe-se que a região central do município de São Paulo, concentra indicadores economicos mais elevados, conforme os mapas ilustrados nas Figuras 23 a 25. Usando modelos estatísticos que incorporam informações de indicadores socioeconomicos é possível estudar a associação de indicadores sociais e economicos com o padrão da taxa de incidência de AIDS.

Nas Figuras de 12 a 21 temos a descrição das taxas brutas de incidência de AIDS segundo o sexo, durante os anos de 2000 a 2010.

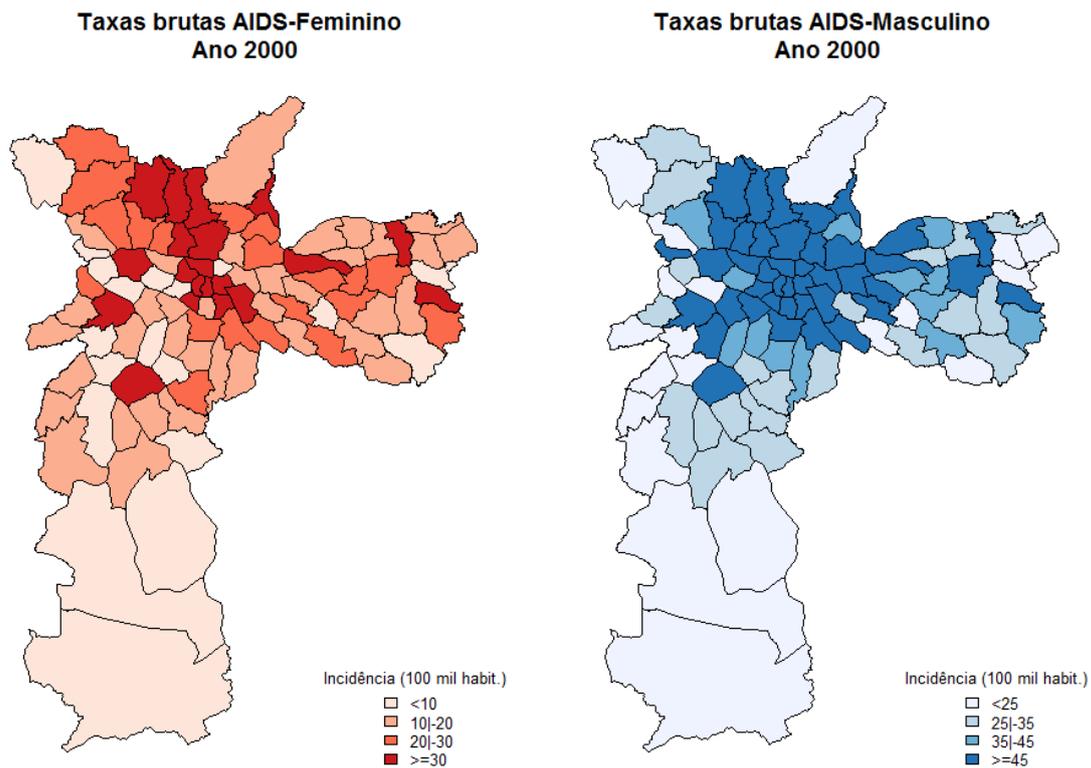


Figura 12: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2000.

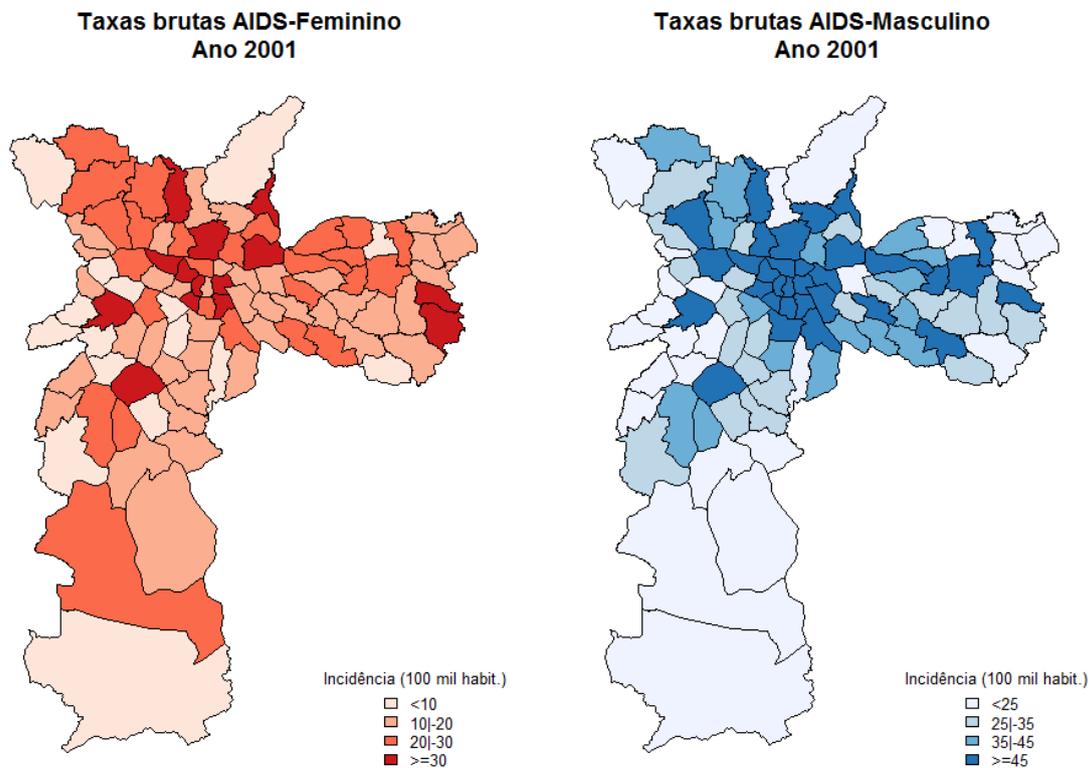


Figura 13: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2001.

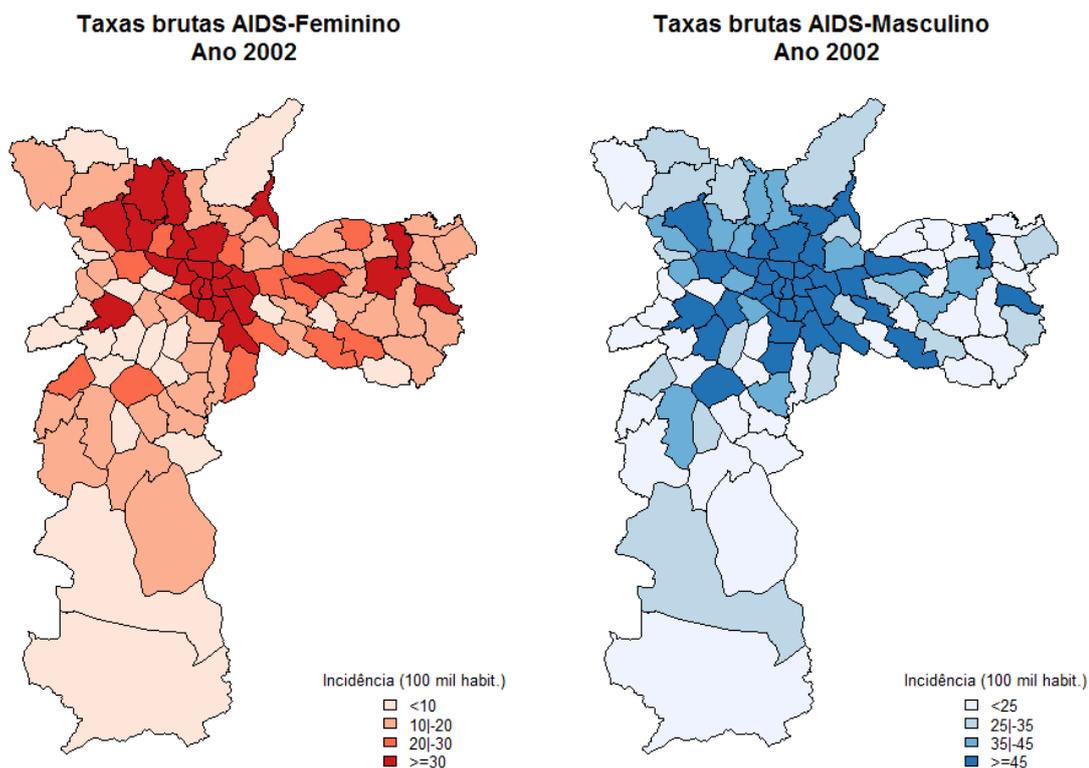


Figura 14: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2002.

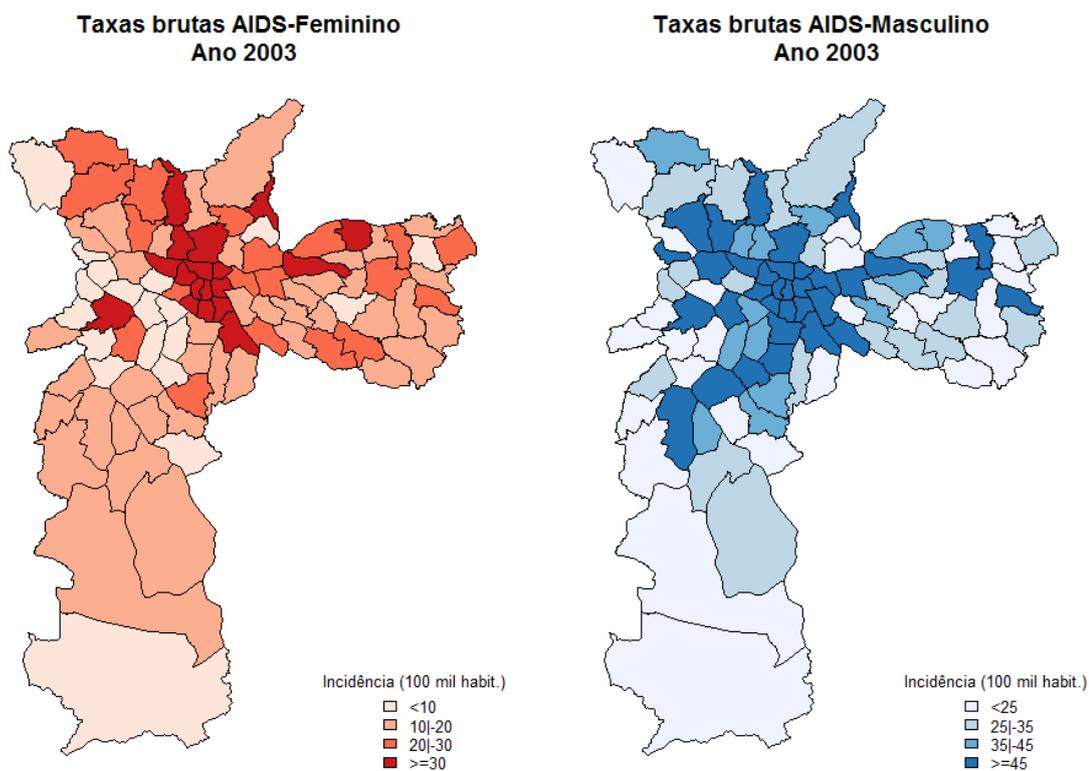


Figura 15: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2003.

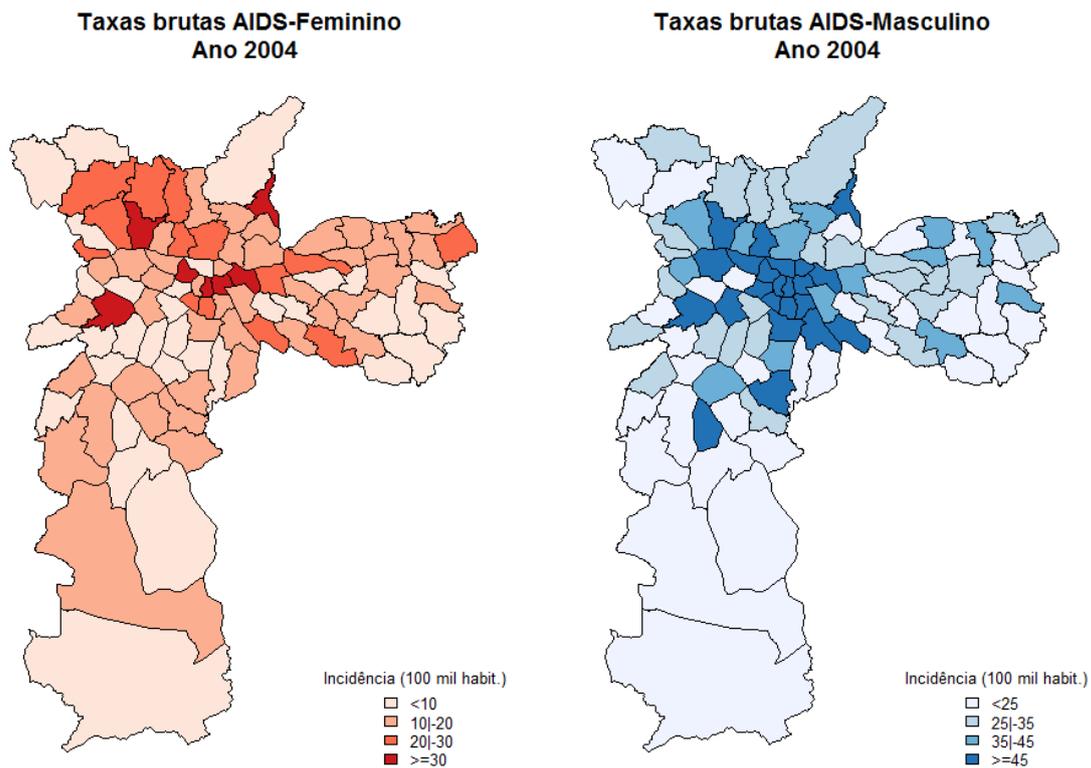


Figura 16: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2004.

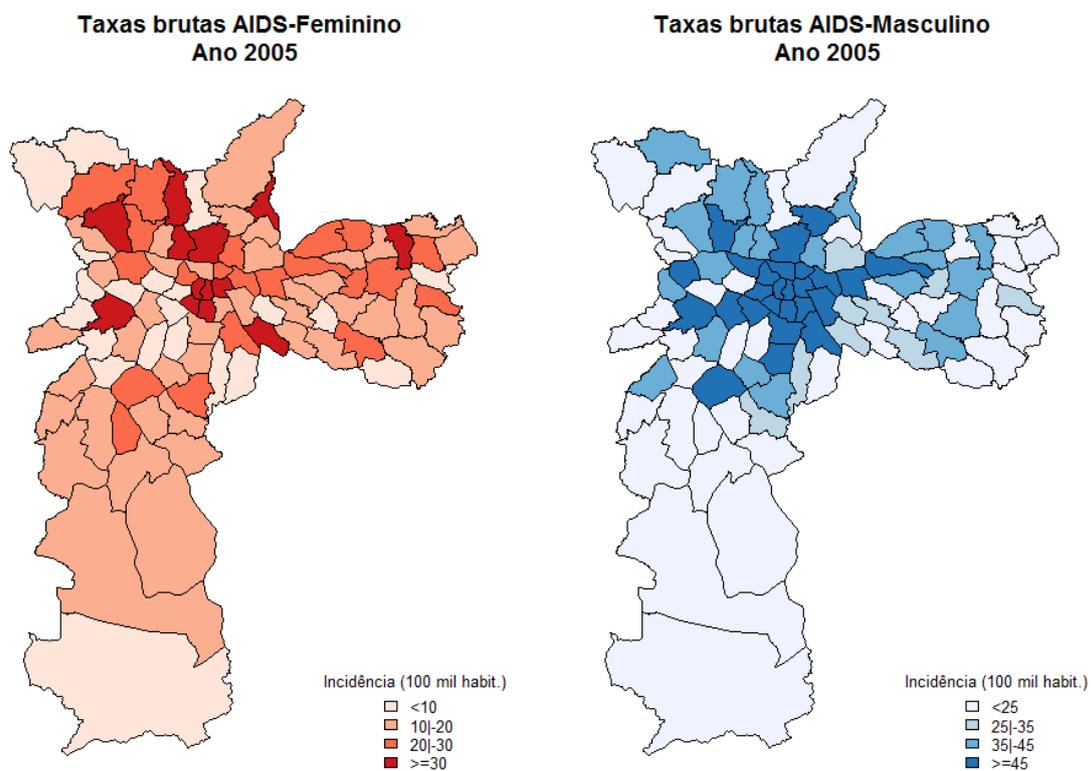


Figura 17: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2005.

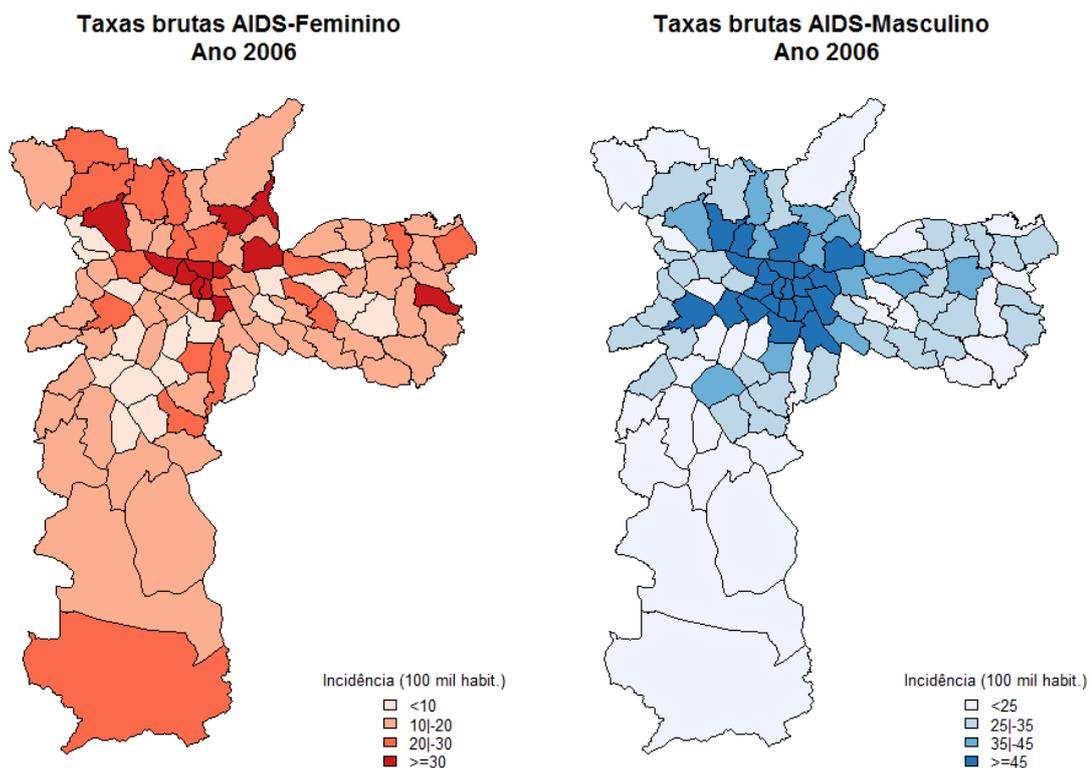


Figura 18: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2006.

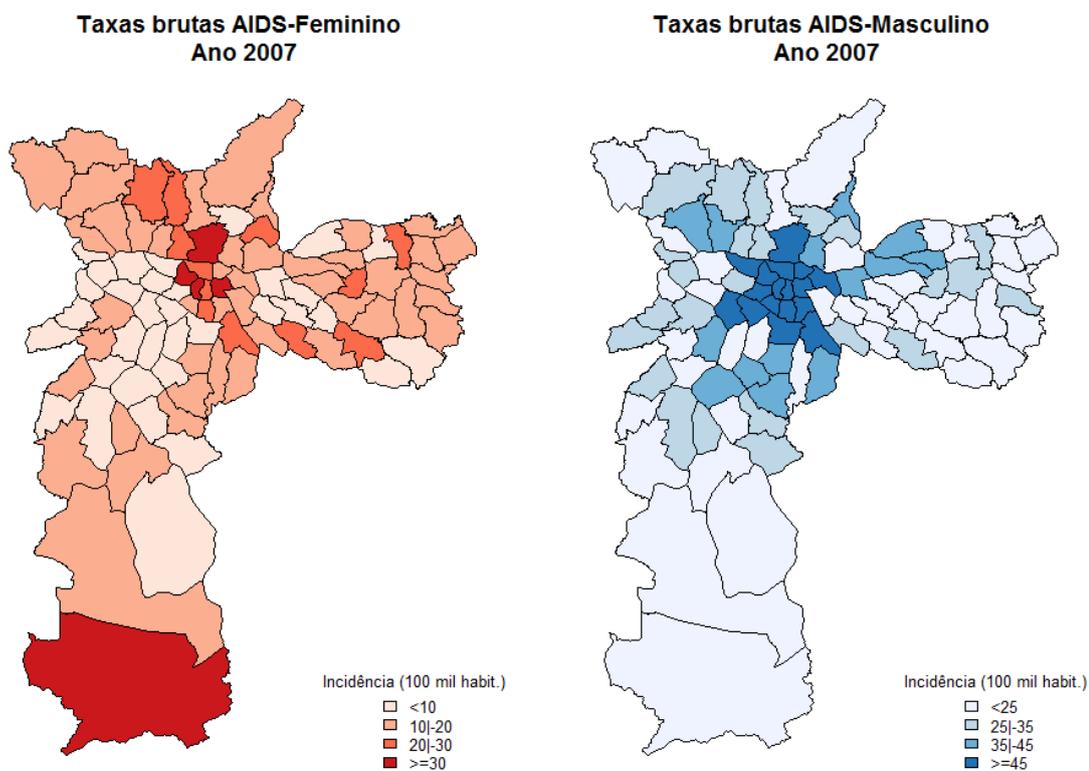


Figura 19: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2007.

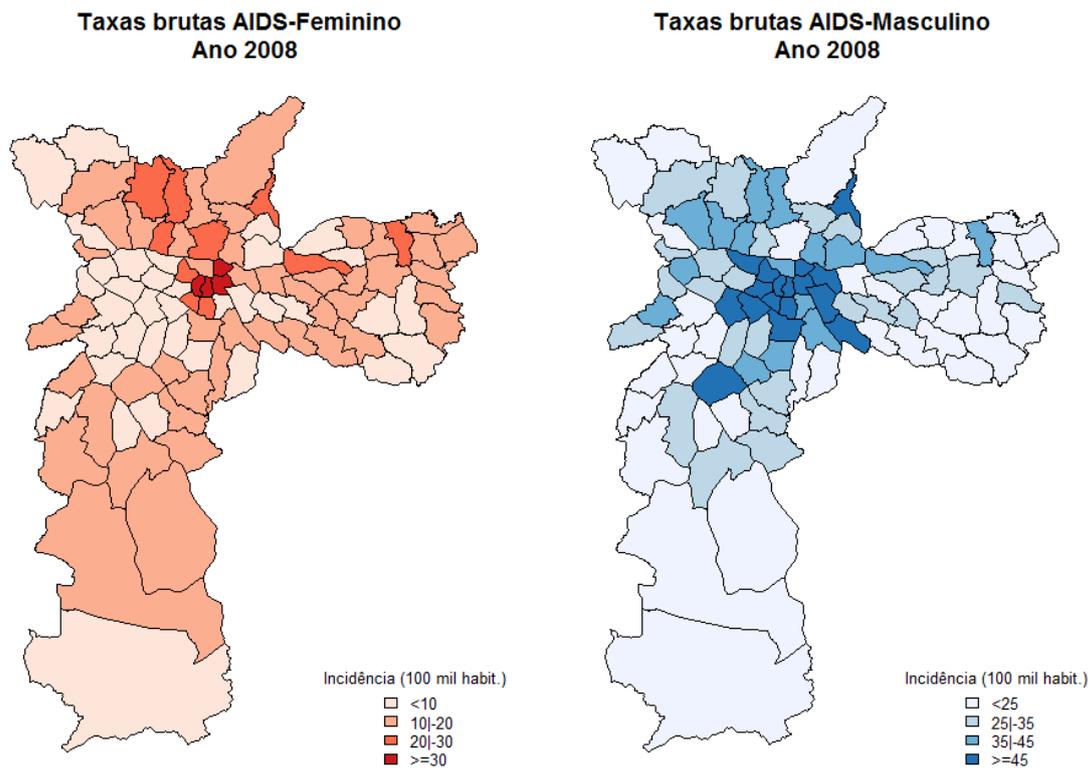


Figura 20: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2008.

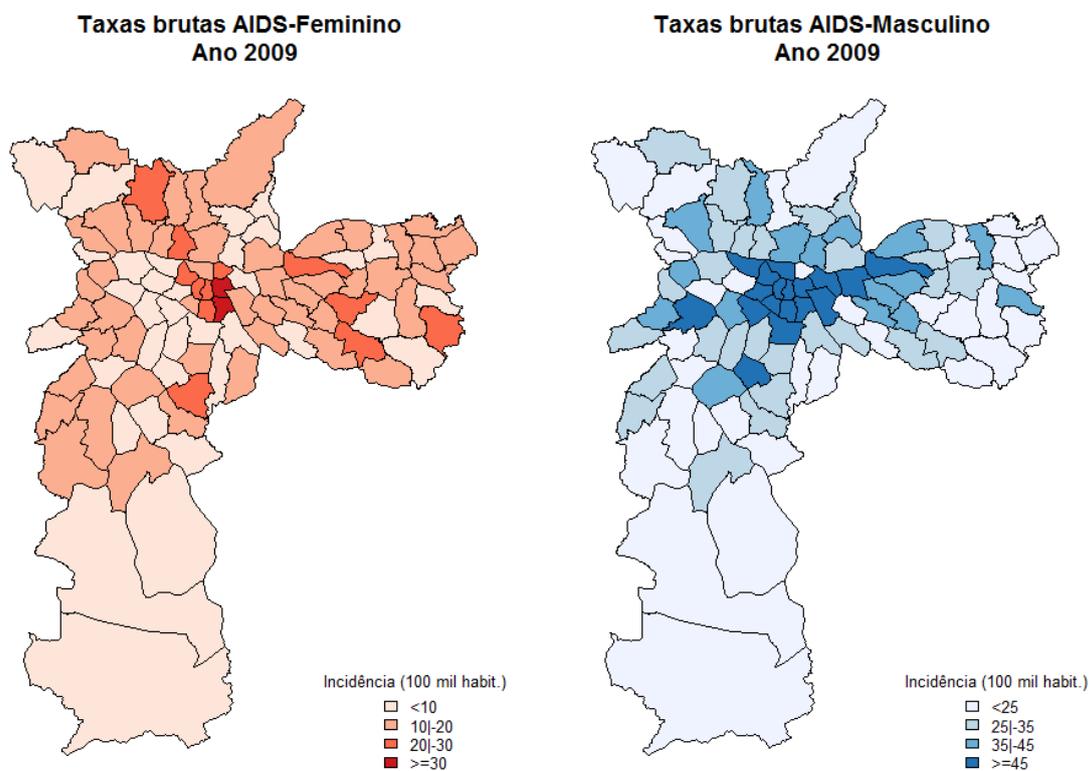


Figura 21: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2009.

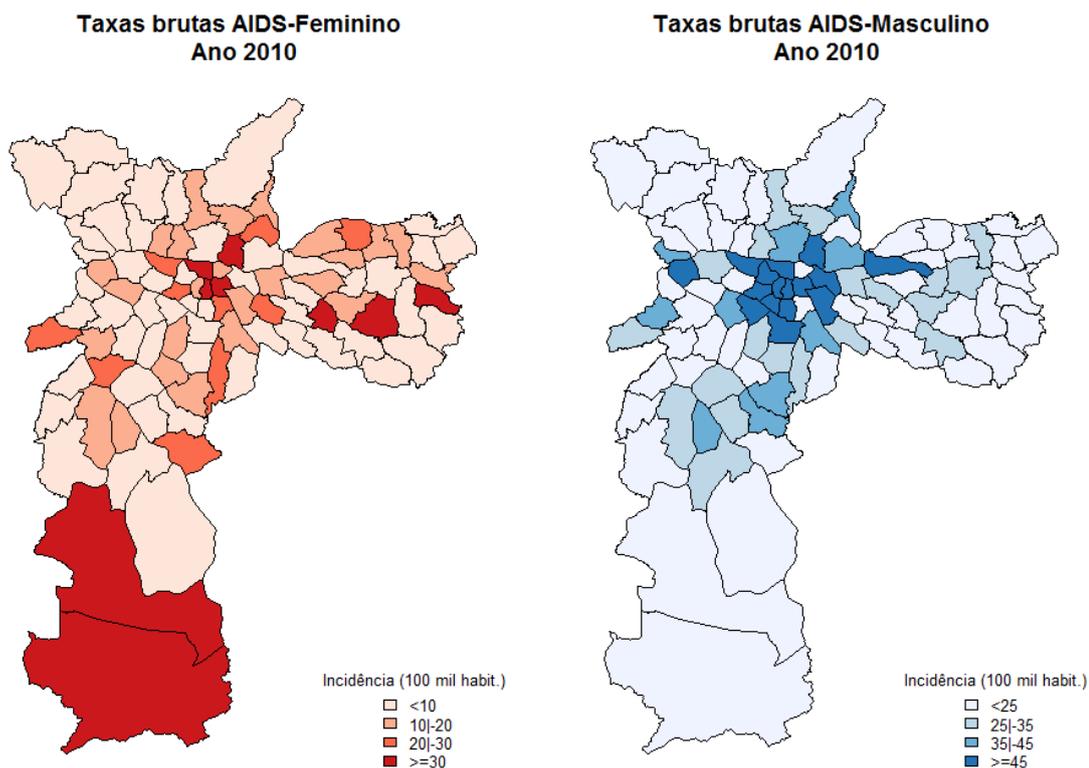


Figura 22: Mapas temáticos das taxas brutas de incidência de AIDS por 100 mil habitantes, segundo os sexos, São Paulo- SP, ano 2010.

Nas Figuras 12 a 21, observamos as taxas de incidência bruta durante os anos em estudo, segundo os sexos. É possível perceber que o padrão espacial da doença no espaço parece inverso com relação a distribuição geográfica entre os sexos, pois onde as taxas são maiores no sexo masculino, não necessariamente são igualmente grandes para o sexo feminino. Há na área central maiores taxas de incidência para ambos os sexos e nas áreas periféricas são observadas os maiores valores das taxas de incidência para o sexo feminino e menores valores para o sexo masculino. Este padrão se mantém ao longo dos anos, com suaves mudanças até o ano de 2009, mas mais acentuado no ano de 2010.

5.2. Descrição dos indicadores socioeconômicos

Nas Figuras 23 a 25, os valores dos indicadores são divididos em quartis para mostrar sua distribuição geográfica, com exceção do Índice de Necessidade em Saúde e do Índice de Vulnerabilidade Juvenil, que tem grupos já definidos em sua concepção.

Na descrição da distribuição espacial do IDH-municipal e seus três componentes (educação, longevidade e renda), os maiores valores concentram-se na região central, evidenciando áreas de maior riqueza e vão decrescendo a medida que se afastam do centro em direção as áreas periféricas.

O Índice de Necessidade em Saúde mostra que as áreas periféricas têm alta necessidade de serviços de saúde e as áreas centrais possuem menor necessidade em saúde. O Índice de Gini e o Índice de Theil, não têm padrões bem definidos, mas é necessário se atentar aos maiores valores que mostram os distritos com maiores desigualdades. O Índice de Vulnerabilidade Juvenil, indica que as áreas maior vulnerabilidade estão nas regiões periféricas do município e o grupo com menor vulnerabilidade está localizado na região central. A renda per capita e o Índice de envelhecimento tem distribuições semelhantes, mostrando que os valores destes indicadores decrescem a medida que se afastam das regiões centrais.

A razão de dependência tem seus menores valores na região central, ou seja, tem um padrão invertido ao dos outros indicadores, indicando menor dependência na região central e maior dependência nas áreas periféricas.

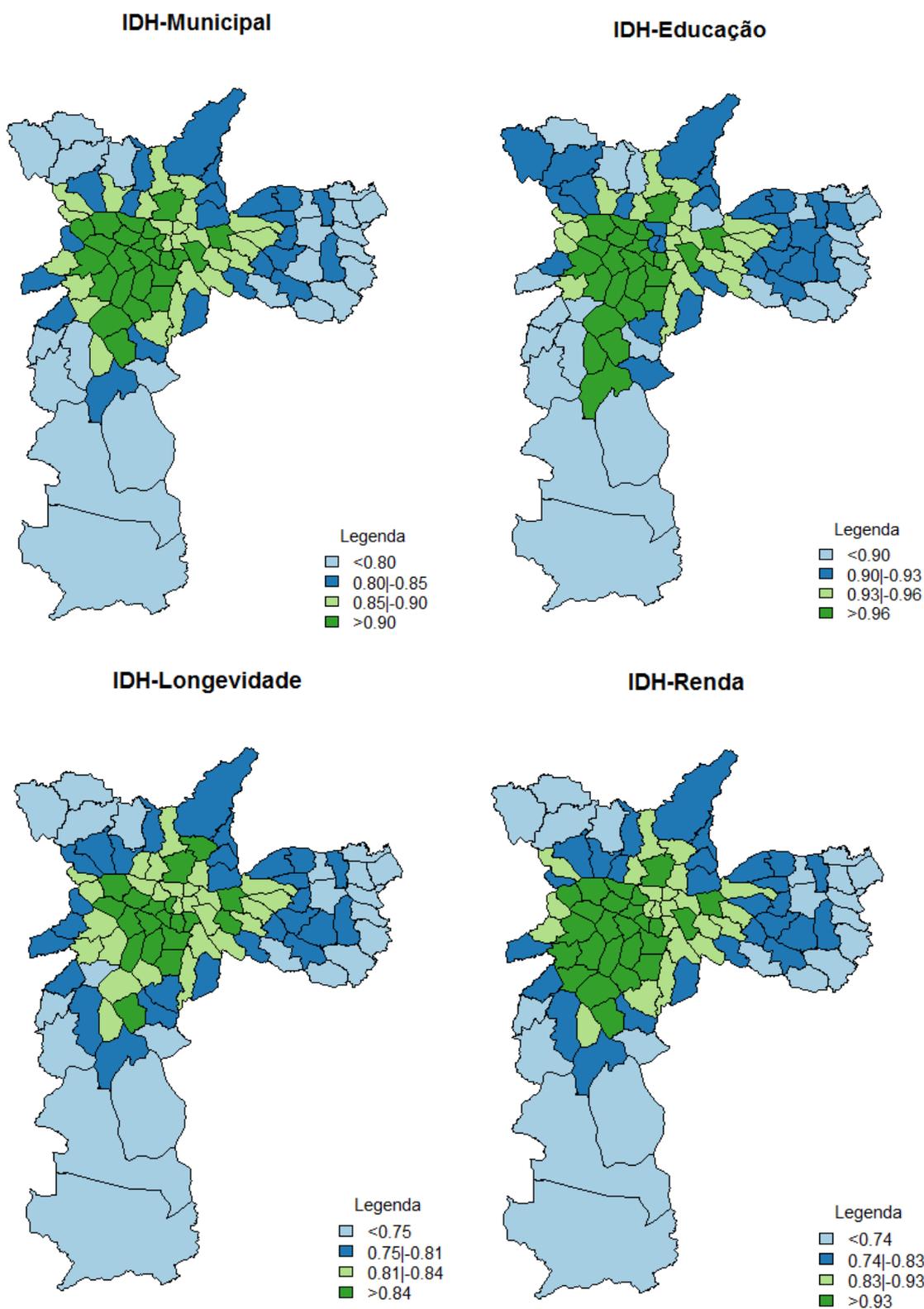
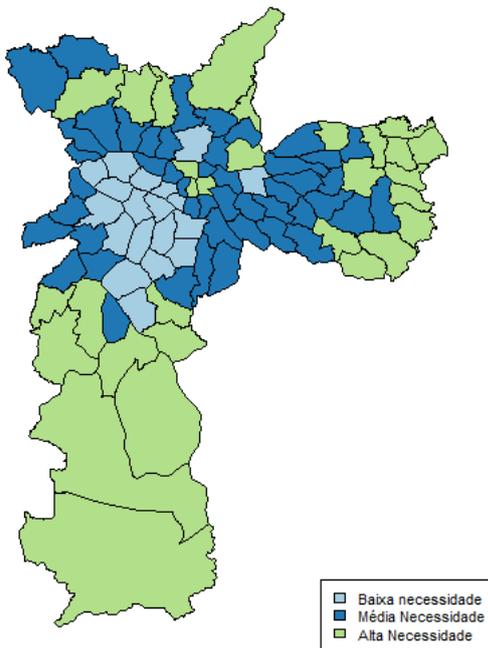
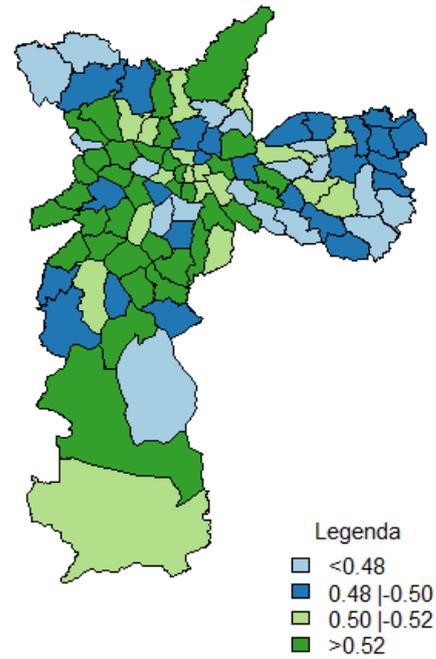


Figura 23: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) Municipal e seus três componentes: Educação, Longevidade e Renda.

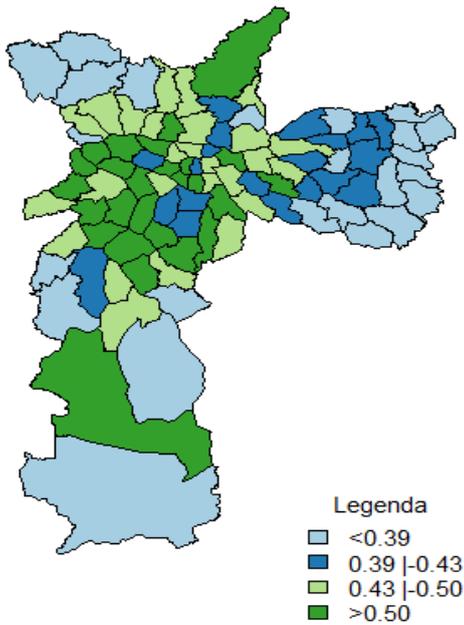
Índice de Necessidade em Saúde (INS)



Índice de Gini



Índice de Theil



Índice de Vulnerabilidade Juvenil

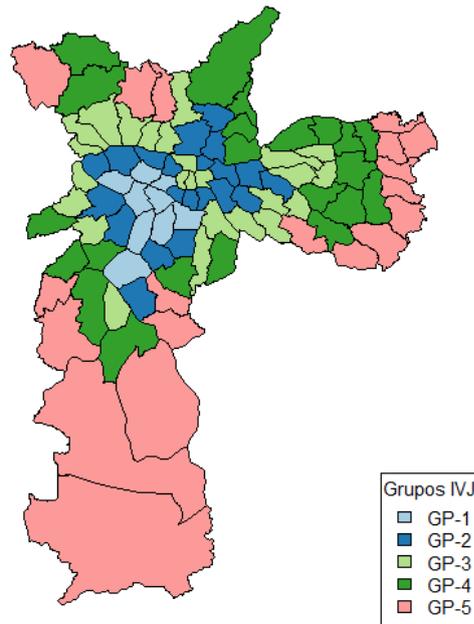


Figura 24: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de Necessidade em Saúde, Índice de Gini, Índice de Theil e Índice de Vulnerabilidade Juvenil.

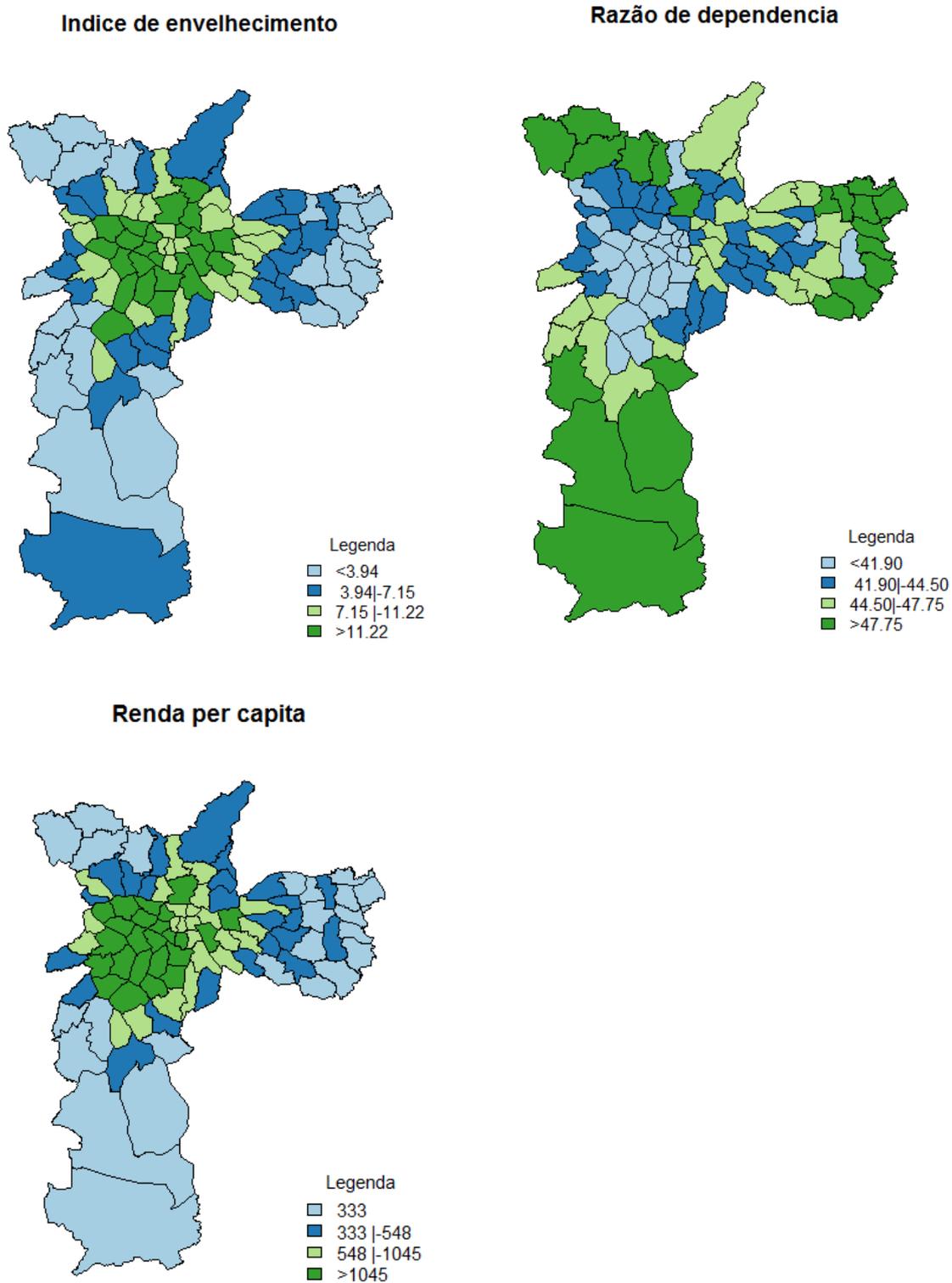


Figura 25: Mapas temáticos dos indicadores: Índice de envelhecimento, Razão de dependência e Renda per capita.

5.3. Resultados dos modelos

5.3.1. Resultados, modelo 1

Os dados foram estratificados por sexo, devido as peculiaridades existentes da incidência da AIDS entre os sexos. Considerou interessante iniciar o processo de modelagem e entendimento do padrão da doença, utilizando as informações estratificadas por sexo, para conseguirmos fazer algumas afirmações sobre a dinâmica da transmissão e fatores ligados ao comportamento das pessoas (Maia *et. al*, 2008) nestas populações e identificar possíveis fatores associados ao risco de AIDS com a associação dos indicadores socioeconomicos.

Este modelo promoveu um alisamento das taxas brutas nos sexos em função do padrão espaço-temporal no anos de 2000 a 2010. As Figuras 26 a 29 descrevem as taxas ajustadas pelo modelo espaço temporal, mostrando um padrão suavizado em relação as taxas brutas, com menos impressão de “colcha de retalhos”. Em alguns distritos centrais, podemos visualizar valores altos das taxas de incidência para ambos os sexos, fizemos um estudo da correlação entre as taxas de incidência nos sexos, segundo o modelo espaço-temporal bayesiano proposto, obtemos um valor de correlação de 0,91 (I.C.:0,60-0,98), indicando que temos evidência de forte associação entre as taxas.Ou seja, conforme aumenta a taxa de incidência no sexo masculino, evidencia-se aumento das taxas de incidência no sexo feminino.

As figuras mostram que as maiores taxas de incidência da doença para o sexo feminino em relação ao sexo masculino se encontra no distrito Marsilac (região sul periférica), em alguns distritos periféricos das regiões norte e leste, mantendo um padrão das maiores taxas nos distritos periféricos do município. Para o sexo masculino a tendência dos maiores valores das taxas de incidência de AIDS são apresentadas nas regiões centrais do município, pois razão entre os sexos estimada pelo modelo estatístico é menor do que 1.

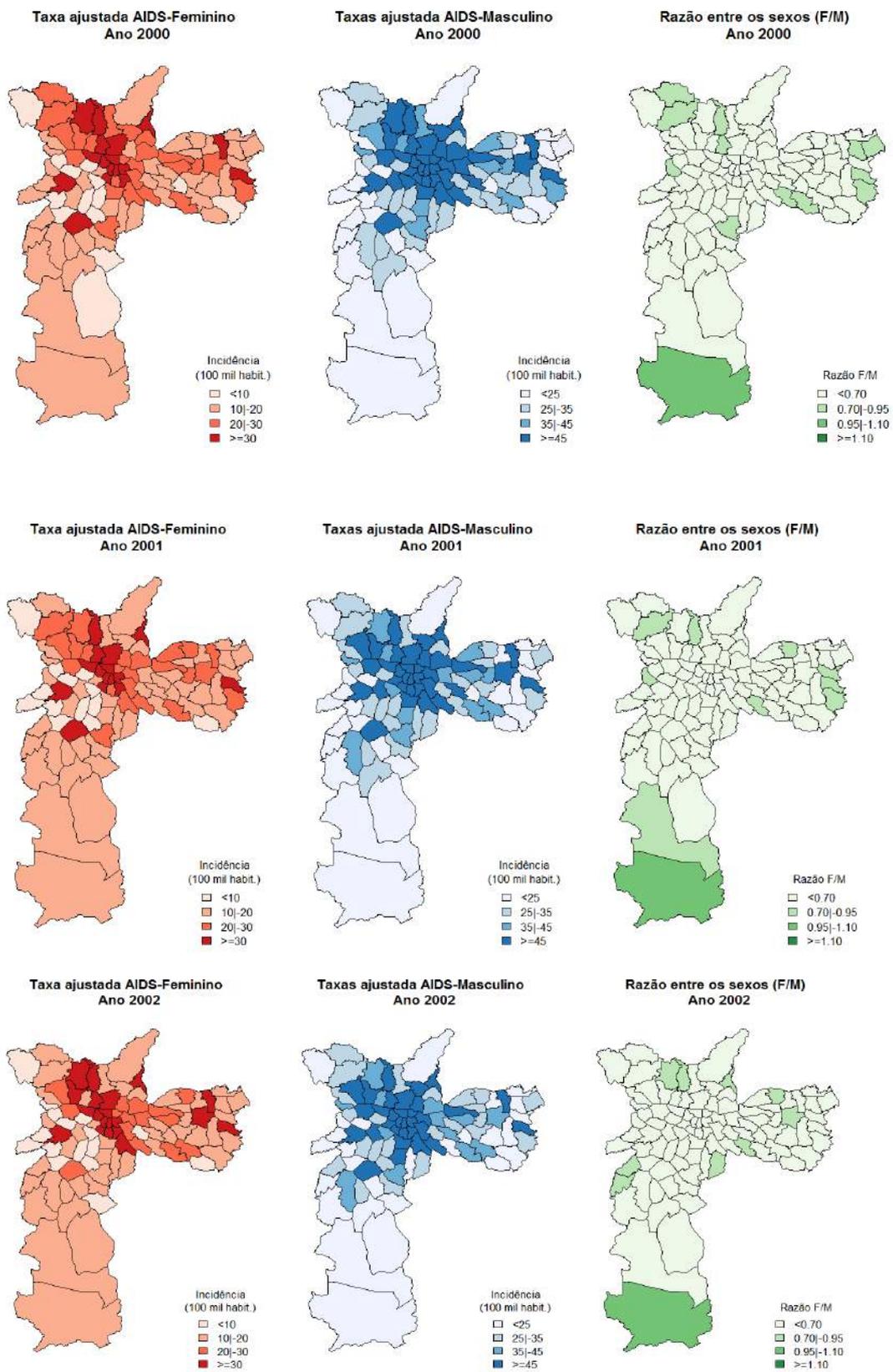


Figura 26: Taxas ajustadas pelo modelo espaço –temporal segundo os sexos, anos de 2000 a 2002.

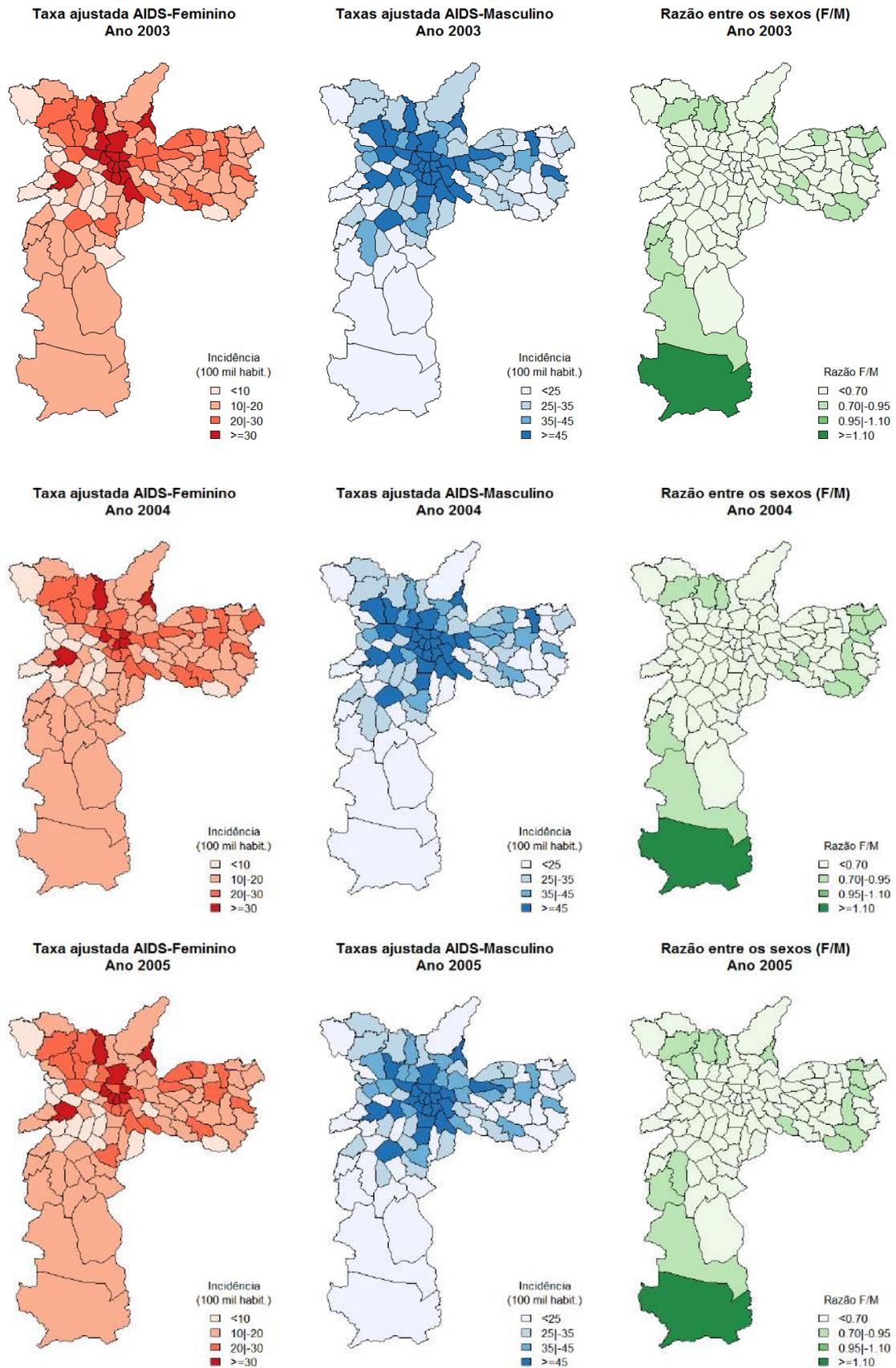


Figura 27: Taxas ajustadas pelo modelo espaço - temporal segundo os sexos, anos de 2003 a 2005

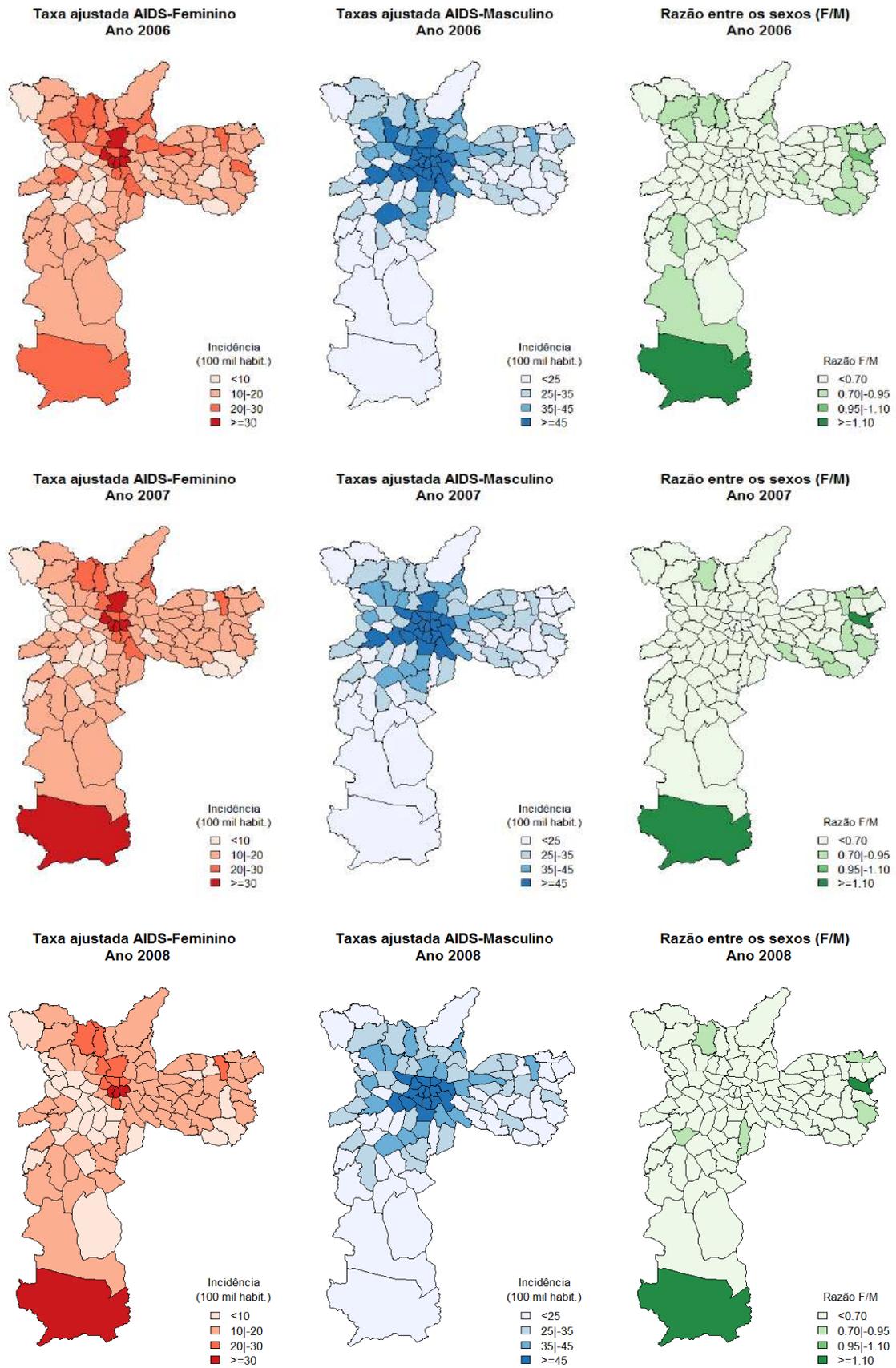


Figura 28: Taxas ajustadas pelo modelo espaço - temporal segundo os sexos, anos de 2006 a 2008

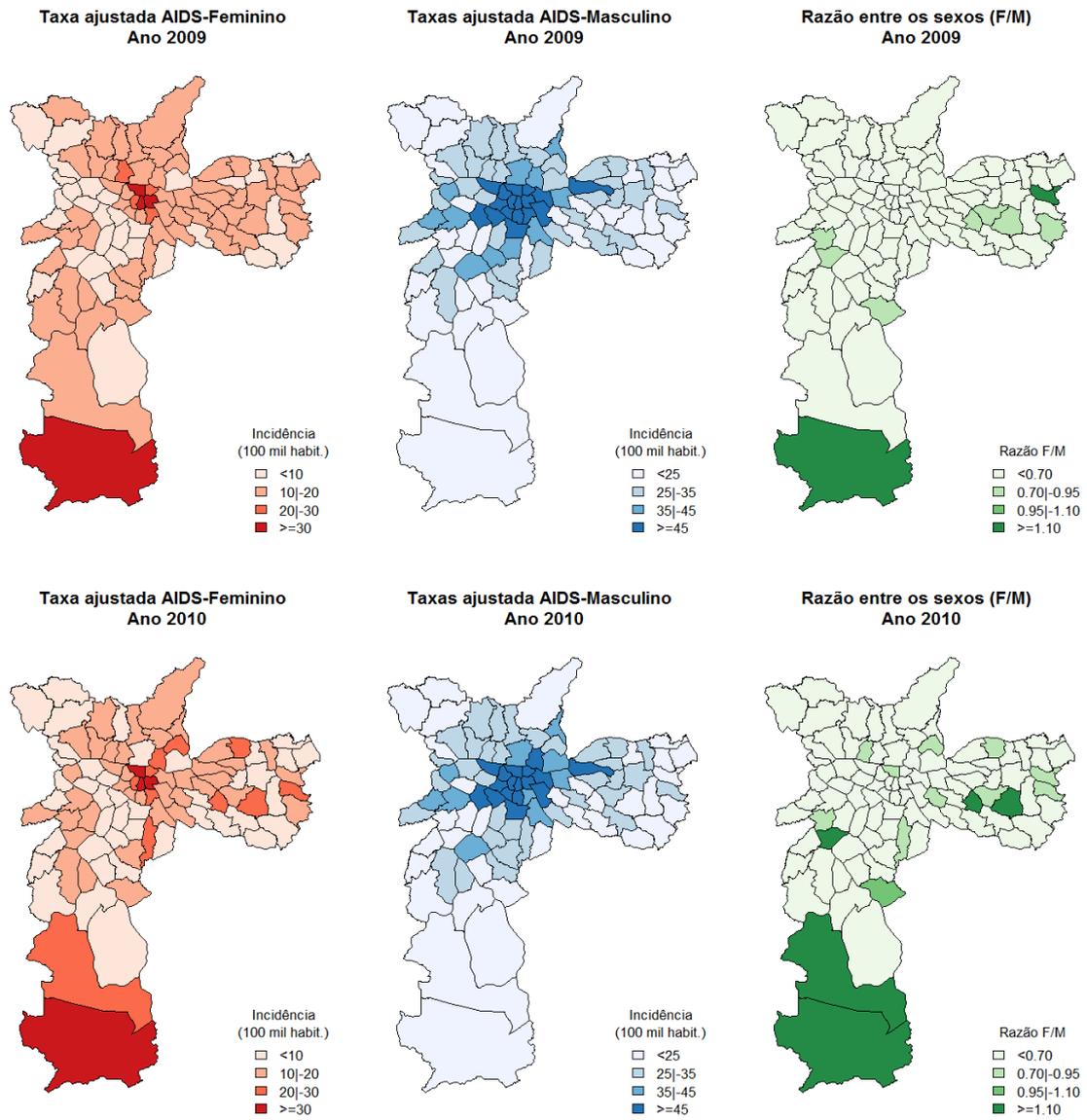


Figura 29: Taxas ajustadas pelo modelo espaço – temporal segundo os sexos, anos de 2009 e 2010

5.3.2. Resultados do modelo 2

Nesta seção, focaremos as associações da taxa de incidência da doença com os indicadores socioeconômicos. As Figuras 30 a 32 mostram os valores obtidos pelo modelo para o parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade (IC95%), sendo este uma medida de efeito entre os indicadores estudados e as taxas de incidência.

Com relação ao IDH Municipal e seus três componentes, podemos descrever uma associação parecida nestes casos, mostrando uma associação negativa no sexo feminino entre os anos de 2006 a 2010, e uma associação positiva com o sexo masculino nos anos de 2002 a 2005, menos para o IDH-Renda.

O Índice de Gini e o Índice de Theil só tem associação com sexo feminino de maneira positiva e no ano de 2010. O Índice de Envelhecimento tem associação com o sexo masculino de maneira positiva em todos os anos de estudo e a razão de dependência também tem associação com o sexo masculino, mas com efeito negativo. A Renda per capita tem associação com o sexo feminino de maneira negativa durante os anos em estudo.

São apresentados no Apêndice 1 os gráficos de associação entre os índices estudados com as taxas de incidência da doença, segundo o sexo e anos em estudos, com a linha de tendência (em vermelho) estimada pelo modelo estatístico, ou seja, o comportamento da associação das covariáveis com as taxas. Foi construída uma figura para cada índice mostrando sua associação com a incidência da doença e o sexo ao longo dos anos (Apêndice 1). Construímos, também gráficos para os distritos administrativos, divididos por sexo, e mostrando a evolução das taxas de incidência da doença nos anos em estudo, bem como as taxas ajustadas pelo modelo, que acompanham este comportamento ao longo dos anos (Apêndice 2), estes gráficos mostram a suavização segundo cada distrito. Segue também os códigos em linguagem do *Openbugs*, dos modelos estatísticos propostos.

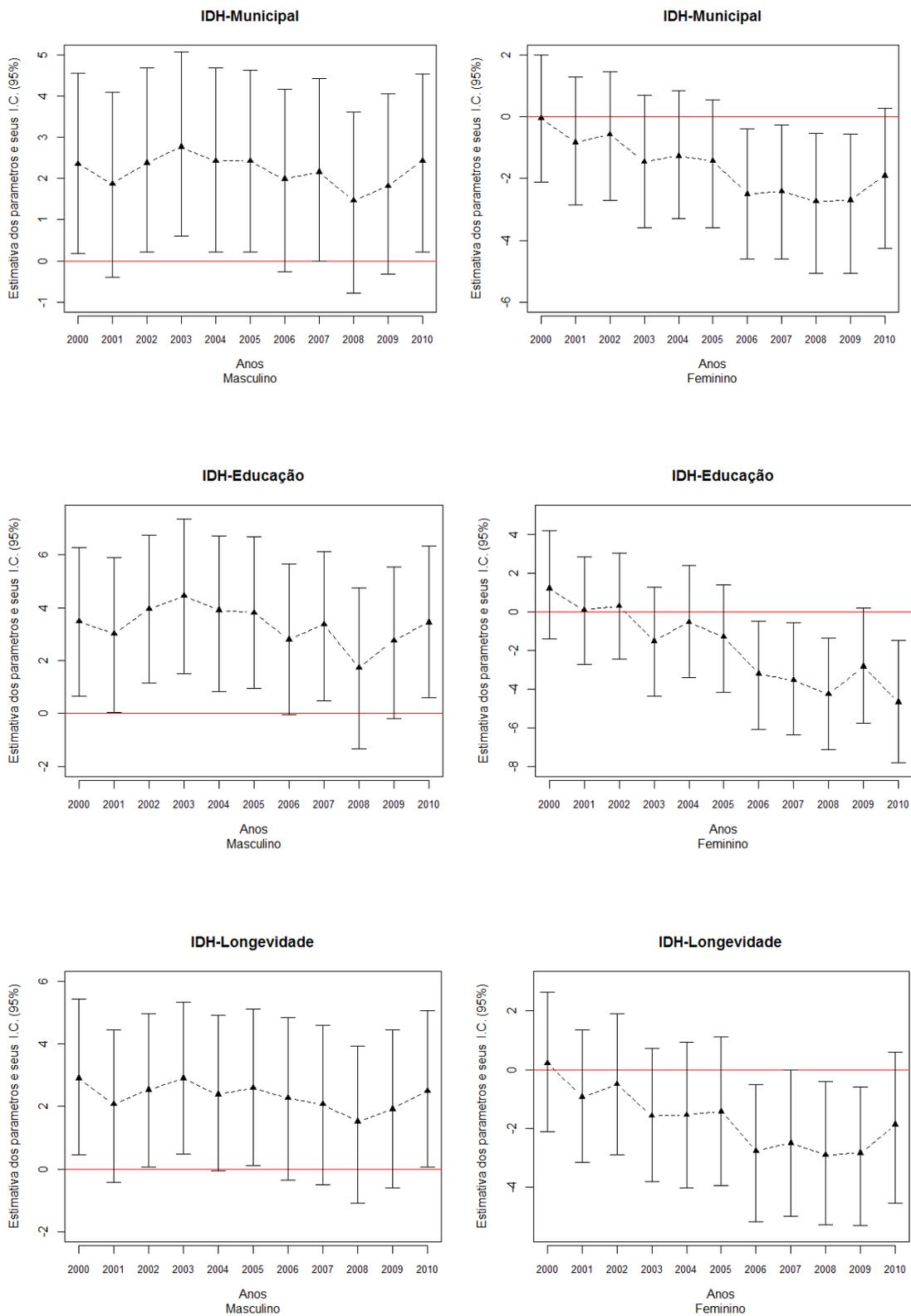


Figura 30: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.

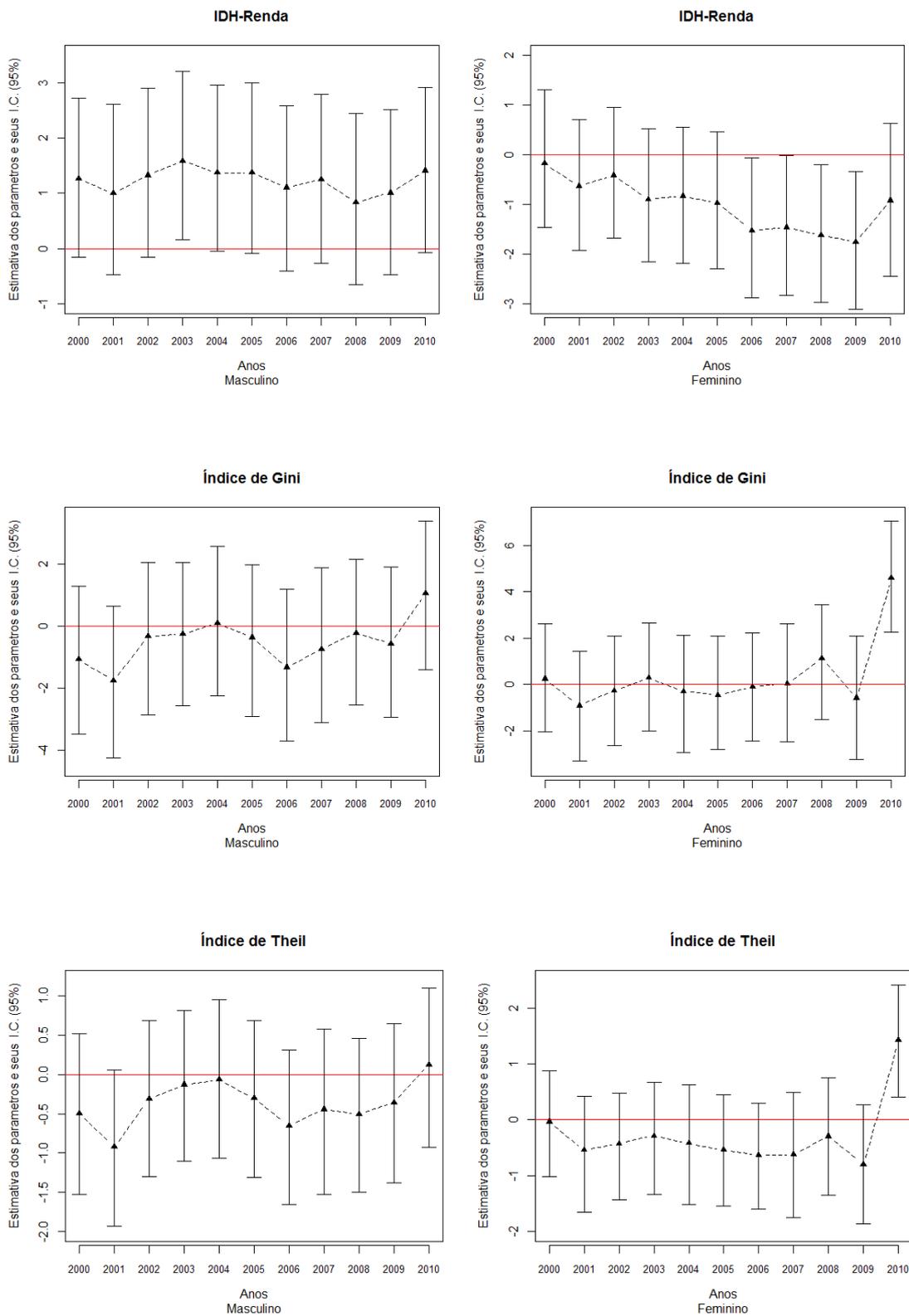


Figura 31: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.

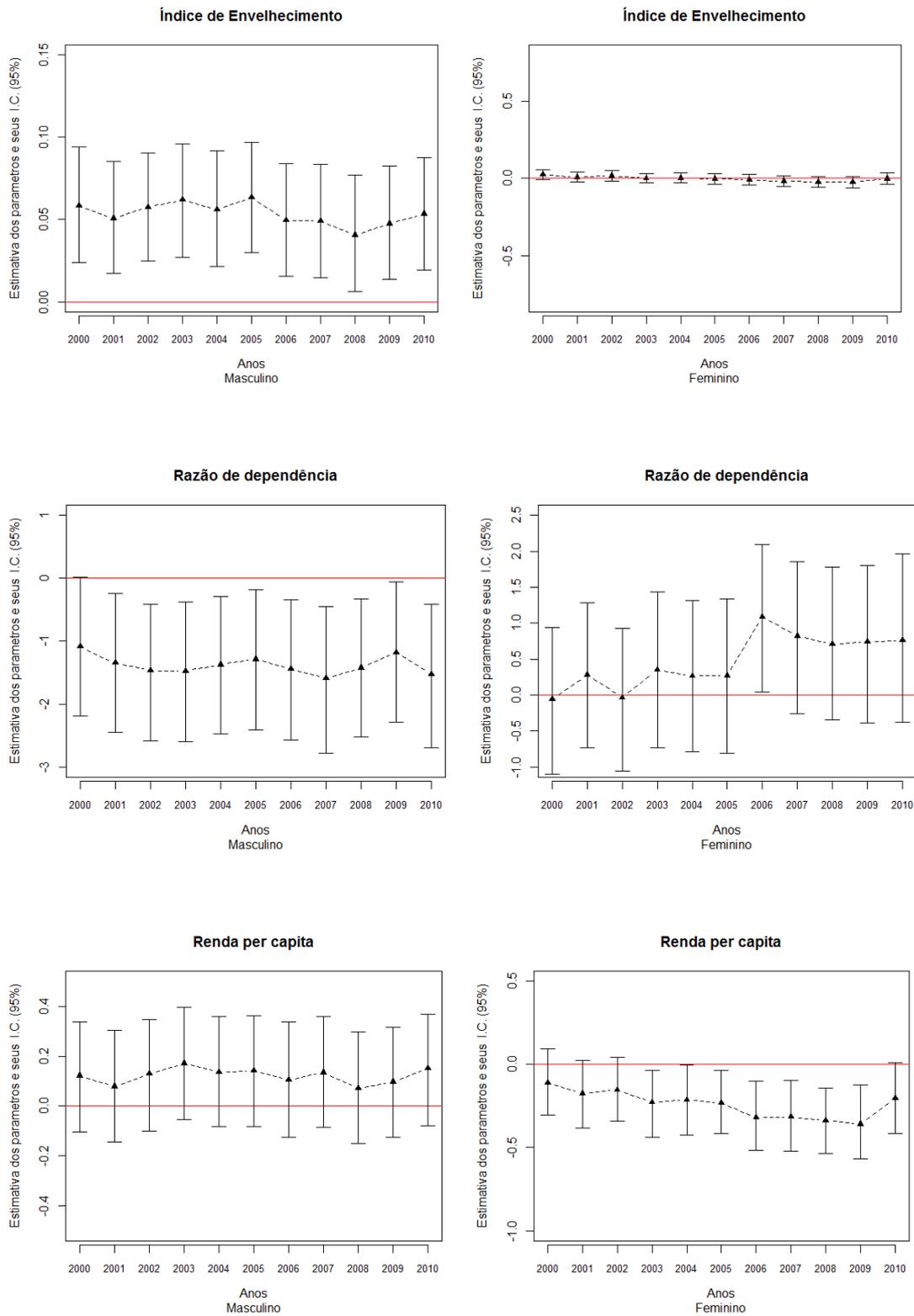


Figura 32: Estimativas do parâmetro β_{kt} e seus intervalos de credibilidade no estudo de associação com cada covariável.

5.3.3. Resultados do modelo 3

Nesta seção, mostraremos as associações da taxa de incidência da doença com os indicadores socioeconômicos que são definidos em categorias de informação como o Índice de Necessidade em Saúde (INS) e o Índice de Vulnerabilidade Juvenil (IVJ).

Tabela 3: Estimativas de β_k , segundo o modelo proposto para o INS

	Estimativa de β_k	Intervalo de Credibilidade 95%
β [Masculino, Baixa Necessidade]	1,316	(-3,669 ; 5,35)
β [Masculino, Média Necessidade]	1,109	(-3,792 ; 5,102)
β [Masculino, Alta Necessidade]	1,233	(-3,717 ; 5,184)
β [Feminino, Baixa Necessidade]	-0,3211	(-0,5945 ; -0,04989)*
β [Feminino, Média Necessidade]	-0,2403	(-0,4493 ; -0,04474)*
β [Feminino, Alta Necessidade]	Referência	

Segundo a Tabela 3, podemos evidenciar que quando comparamos a baixa necessidade em saúde no sexo feminino com relação a alta necessidade no sexo feminino, temos uma diminuição no valor da estimativa do parâmetro, ou seja, áreas com alta necessidade tem maior quantidade de casos incidentes da doença com relação área de baixa necessidade, que são as áreas periféricas conforme o mapa ilustrado na Figura 24. As regiões periféricas registram os maiores casos incidentes no sexo feminino, e são os locais onde tem alta necessidade de serviços de saúde. Estes resultados indicam uma relação inversa da incidência da doença nos sexos com a necessidade em saúde nas regiões na cidade de São Paulo.

Tabela 4: Estimativas de β_k , segundo o modelo proposto para o IVJ

	Estimativa de β_k	Intervalo de Credibilidade 95%
β [Masculino, Grupo 1]	0.2781	(-0,236 ; 0,760)
β [Masculino, Grupo 2]	0.4961	(0,094 ; 0,922)*
β [Masculino, Grupo 3]	0.3308	(-0,046 ; 0,732)
β [Masculino, Grupo 4]	0.2511	(-0,076 ; 0,611)
β [Masculino, Grupo 5]	Referência	
β [Feminino, Grupo 1]	-8.836	(-9,539 ; -6,254)*
β [Feminino, Grupo 2]	-8.322	(-8,927 ; -5,762)*
β [Feminino, Grupo 3]	-8.319	(-8,917 ; -5,754)*
β [Feminino, Grupo 4]	-8.252	(-8,860 ; -5,676)*
β [Feminino, Grupo 5]	-8.371	(-9,042 ; -5,759)*

De acordo com os dados da Tabela 4, quando comparamos a maior vulnerabilidade juvenil no sexo masculino com relação aos grupos de vulnerabilidade no sexo feminino, temos uma diminuição nos valores das estimativas dos parâmetros, ou seja, áreas com alta vulnerabilidade juvenil masculina ainda consegue ter menor vulnerabilidade que todos os grupos de vulnerabilidade no sexo feminino, indicando maior vulnerabilidade no sexo feminino em todos os grupos do IVJ. Então o sexo feminino terá maior quantidade de casos incidentes da doença, nas áreas com quaisquer característica de grupo de vulnerabilidade do IVJ, quando comparado ao sexo masculino em áreas com alta vulnerabilidade, que seriam as áreas periféricas segundo a Figura 24.

6. Discussão

A delimitação do espaço geográfico em distritos administrativos no município de São Paulo exibe estratificação social e econômica. As áreas centrais são ditas mais desenvolvidas e agrupam pessoas com maior poder aquisitivo, enquanto nas áreas periféricas há pessoas com menores condições de compra, segundo mostra os indicadores em estudo. Com os resultados obtidos neste estudo, pode-se evidenciar que os Distritos Administrativos com classes econômicas melhores apresentaram maiores incidência da doença no sexo masculino, já áreas com classes econômicas menos favorecidas apresentaram maiores taxas de incidência da AIDS no sexo feminino. Quando cruzamos estas informações com indicadores socioeconômicos como o IDH, podemos evidenciar que conforme aumenta o IDH, ou seja, quanto mais desenvolvimento humano municipal (em seus três componentes: renda, longevidade e educação), maiores são as taxas de incidência da doença no sexo masculino e para o sexo feminino o padrão é invertido, onde há maiores taxas de incidência de AIDS é nas áreas onde se tem os menores valores para este indicador.

Este fenômeno pode ser justificado pela pauperização e feminização da AIDS nesta população específica (Fonseca et. al, 2000) . Em adição traz aspectos da própria história da epidemia de AIDS no Brasil, que atingiu primeiramente, grupos sociais, com maiores recursos econômicos e homossexuais (Barcellos, 2008), neste trabalho não estudamos o padrão espacial da taxa de incidência de AIDS nos Distritos Administrativos segundo a categoria de exposição da doença, mas poderíamos explorar estas informações em trabalho futuro.

O modelo 3, com as covariáveis INS e IVJ, promoveu o entendimento dos conceitos de vulnerabilidade e necessidade de atendimento em saúde nas áreas estudadas, exibindo que áreas com baixa necessidade em saúde (distritos centrais) têm maior incidência da doença no sexo masculino, e áreas com alta necessidade em saúde têm maiores taxas de incidência no sexo feminino. Estes resultados indicam uma relação inversa da incidência da doença nos sexos com a necessidade em saúde nas regiões na cidade de São Paulo. Este resultado mostra novamente a questão da feminização e pauperização da AIDS (Fonseca et. al, 2000; Bastos e Szwarcwald, 2000) e também podemos constatar que este aumento se deve a pior cobertura dos sistemas de vigilância e assistência médica entre os distritos menos

favorecidos economicamente (Parker e Camargo,2000). Com relação ao IVJ, quando comparamos a maior vulnerabilidade juvenil no sexo masculino com relação aos grupos de vulnerabilidade no sexo feminino, podemos afirmar que áreas com alta vulnerabilidade juvenil masculina ainda consegue ter menor vulnerabilidade que todos os grupos de vulnerabilidade no sexo feminino, indicando maior vulnerabilidade no sexo feminino em todos os grupos do IVJ. Este resultado mostra a tradução da vulnerabilidade feminina em relação ao sexo masculino, traduzindo informações como menor capacidade de negociar sexo seguro (Parker e Camargo,2000)

Em geral os resultados deste estudo e suas associações com os indicadores estudados, evidenciam a relação entre os indicadores que têm valores maiores mostram melhores condições sócio-econômicas, estão associados com maiores taxas na população masculina, enquanto os piores valores mostram associação com a população feminina. Este padrão espaço-temporal entre os sexos na evolução da doença nos anos em estudo, evidencia aspectos comportamentais da transmissão (Maia *et al.*, 2008). Mulheres de classes socioeconômicas menos favorecidas são vítimas da doença devido aos aspectos comportamentais de seus parceiros, como sexo extraconjugal e uso de drogas injetáveis, fatores de risco conhecidamente ligados à doença. (Gavin *et al.*, 2007)

Com relação as taxas estimadas por distrito no período estudado (2000- 2010), o modelo proposto se mostrou satisfatório, provendo um alisamento das taxas brutas. As taxas ajustadas acompanham as taxas brutas e percebe-se que acompanham o crescimento e o decréscimo ao longo dos anos. Segundo o gráfico de tendência (Apêndice 2) entre os anos de início e fim do estudo, somente observa-se um aumento das taxas no sexo masculino em alguns distritos (cor vermelha).

As limitações deste estudo envolvem requisitos referente a natureza das informações e o tipo de estudo empregado. Os dados provêm de bancos de dados secundários disponíveis em sistemas de informações em saúde. Estes bancos de dados não exibem com perfeição um retrato populacional, pois há vários problemas de preenchimento das informações no sistema e subnotificações da doença, mesmo se tratando de uma doença de caráter de notificação compulsório, conforme preconiza o Ministério da Saúde. Trata-se também, de um estudo com informações agrupadas do tipo ecológico, não podendo generalizar os achados deste estudo para o nível individual de informação. É importante entender a relação entre os níveis de informação, pois este entendimento evita falácias na descrição e

inferências dos resultados e possibilita otimizar a abordagem ecológica em saúde pública com o uso de modelos estatísticos bayesianos complexos que permitiram entender associações espaciais e temporais da etiologia da doença. Tomando-se o devido cuidado para não produzir inferências ao nível individual ou inferências cruzadas, ou seja, de um nível para outro. O uso de indicadores sintéticos também limitam as extrapolações deste estudo, pois sabemos que existem limitações metodológicas, conceituais e inadequações no uso do indicadores ao serem confrontados com informações em saúde (Guimaraes e Jannuzzi, 2005)

7. Conclusão

Estes resultados são úteis para subsidiar o planejamento de políticas e ações de saúde pública direcionadas ao combate e controle da incidência de AIDS, em determinadas áreas e com atuação diversificada por sexo e populações de risco do município de São Paulo, Brasil. Ressalta-se a necessidade de atuação diversificada por Distrito Administrativo no acesso a serviços de saúde, entre os sexos, com o intuito de propor uma estratégia de atendimento para homens e mulheres separadas por áreas e provendo equipes de apoio diferentes para área com características particulares.

O modelo bayesiano proposto se mostrou satisfatório em indicar áreas que precisam de mais atenção quanto a necessidade de serviços de saúde, desenvolvimento humano e vulnerabilidade, segundo os sexos. E ainda, propiciou o entendimento da incidência da doença neste grande centro urbano, mostrando que métodos de análise estatística focadas em problemas reais podem subsidiar programas de ações efetivas, caso haja trabalho conjunto entre sociedade e universidade.

8. Referências Bibliográficas

1. Anselin, L. Spatial econometrics: methods and models. London: Kluwer, 1988.
2. Aylin P, Maheswaran R, Wakefield J, Cockings S, Jarup L, Arnold R, Wheeler G, Elliott P. A national facility for small area disease mapping and rapid initial assessment of apparent disease clusters around a point source: the UK Small Area Health Statistics Unit. *Journal of Public Health Medicine* 1999; 21(3):289-298.
3. Bailey T, Gatrell A. Interactive Spatial Data Analysis. London: Longman Scientific and Technical, 1995.
4. Baltimore, D. RNA-dependent DNA polymerase in virions of RNA tumor viruses. *Nature* 226: 1209-11, 1970.
5. Barcellos C, Acosta LMW, Lisboa EP, Brito MRV, Flores R. Estimativa da prevalência de HIV em gestantes por análise espacial, Porto Alegre, RS. *Rev Saude Publica* 2006; 40(5):928-930.
6. Barnes KE. Clinical overview of acquired immune deficiency syndrome (aids) and human immunodeficiency virus (hiv)-related disease. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1990; 51,736-741.
7. Besag J, York J, Mollie A. Bayesian Image Restoration, with Two Applications on Spatial Statistics. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 1991; 43: 1-59.
8. Branscum AJ, Perez AM, Johnson WO, Thurmond MC. Bayesian spatiotemporal analysis of foot-and-mouth disease data from the Republic of Turkey. *Epidemiol Infect.* 2008; 136:833-842.
9. Brito AM, Castilho EA, Szwarcwald CL. Regional patterns of the temporal evolution of the AIDS epidemic in Brazil following the introduction of antiretroviral therapy. *Braz J Infect Dis* 2005; 9(1):9-19.
10. Centers for Disease Control (1981a). Pneumocystis pneumonia—Los Angeles. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 30: 250-52.
11. Centers for Disease Control (1981b). Kaposi's sarcoma and Pneumocystis pneumonia among homosexual men—New York City and California. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 30: 305-08.
12. Castilho EA, Bastos FI, Szwarcwald CL, Fonseca MGP. A AIDS no Brasil: uma epidemia em mutação. *Cad. Saúde Pública*,2000;16(1):4-5.
13. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saude Publica* 2005; 21(2): 361-378.
14. Costa Paz L., Pereira G.F., Pinto M.P., Medeiros M.G.P. F., Matida L. H.,Saraceni V., Ramos Jr A. N. Nova definição de casos de Sífilis Congênita para fins de vigilância epidemiológica no Brasil, 2004. New case definition of Congenital Syphilis for epidemiological surveillance purposes in Brazil, 2004. *INFORME TÉCNICO-Revista Brasileira de Enfermagem-2005: 58(4):486-487.*

15. Cressie NAC. *Statistics for Spatial Data*. Revised Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1993.
16. Dias PRTP, Nobre FF. Análise dos padrões de difusão espacial dos casos de AIDS por estados brasileiros. *Cad. Saúde Pública* 2001; 17(5), 1173-1187.
17. Dourado I, Veras MA, Barreira D, Brito AM. Tendências da epidemia de AIDS no Brasil após a terapia anti-retroviral. *Rev. Saúde Pública* 2006. 40, 9-17.
18. Duarte G, Quintana SM, El Beitune P. Fatores que influenciam a transmissão vertical do vírus da imunodeficiência humana tipo 1. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2005; 27(11): 698-705.
19. Farias N, Cesar CLG. Trends in AIDS morbidity-mortality and socio-economic status in the city of São Paulo, *Rev Bras Epidemiol*. 2004; 7(4);489-502.
20. Farias N, Cardoso MR. AIDS mortality and socioeconomic indexes in the city of São Paulo, 1994-2002. *Rev Saude Publica*. 2005;39(2):198-205.
21. Fauci AS. The human immunodeficiency virus: infectivity and mechanisms of pathogenesis. *Science*. 1998; 239:617-22.
22. Fonseca MG, Bastos FI. Twenty-five years of the AIDS epidemic in Brazil: principal epidemiological findings, 1980-2005. *Cad Saude Publica*. 2007; 23:333-344.
23. Fonseca MG, Travassos C, Bastos FI, Silva N do V, Szwarcwald CL. Social distribution of AIDS in Brazil, according to labor market participation, occupation and socioeconomic status of cases from 1987 to 1998. *Cad Saude Publica*.2003; 19(5):1351-63.
24. Gao F1, Bailes E, Robertson DL, Chen Y, Rodenburg CM, Michael SF, Cummins LB, Arthur LO, Peeters M, Shaw GM, Sharp PM, Hahn BH. "Origin of HIV-1 in the Chimpanzee Pan troglodytes troglodytes". *Nature*. 1999; 397(6718): 436-441.
25. Gamerman D. *Markov Chain Monte Carlo: Stochastic Simulation for Bayesian Inference*, Chapman & Hall. New York, 1997.
26. Grangeiro A, Escuder MM, Castilho EA. Magnitude and trend of the AIDS epidemic in Brazilian cities, from 2002 to 2006. *Rev Saude Publica*.2010; 44(3):430-440.
27. Grangeiro A, Escuder MM, Castilho EA. The AIDS epidemic in Brazil and differences according to geographic region and health services supply. *Cad Saude Publica*; 26(12):2355-67, 2010.
28. Gavin et al. Factor associated with HIV infection in adolescent females in Zimbabwe. *Adolesc Health*, 40(3):290-293,2007.
29. Gerard R. Public health, gis, and spatial analytic tools. *Annu. Rev. Public. Health*. 2003; 24:43-56.
30. Gillies P, Tolley K, Wolstenholme J. Is AIDS a disease of poverty? *AIDS CARE*. 1996; 8(3), 351-363.

31. Guimaraes ,JRS e Jannuzzi, PM.IDH, indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas uma análise crítica. *R. B. Estudos urbanos e regionais* . 7(1), 2005
32. Hammer SM, Yeni P. Antiretroviral therapy: Where are we? *AIDS*. 1998; 12(Suppl A):S181-S188.
33. Hougaard P. Life table methods for heterogeneouspopulations distributions describing heterogeneity. *Biometrika*.1984; 71:75-83.
34. Haining R. Spatial data analysis: theory and practice. Cambridge University, 2003.
35. Hymes, K. B et. al. Kaposi's sarcoma in homosexual men:a report of eight cases. The *Lancet*, 1981.
36. INPE. TerraView 4.1.0. São José dos Campos, 2010. Disponível em: www.dpi.inpe.br/terraview
37. Lam NS, Fan M, Liu K. Spatial-temporal spread of the AIDS epidemic, 1982-1990: A correlogram analysis of four regions of the United States. *Geographical Analysis*. 1990; 28:93-107.
38. Lawson AB. Bayesian Disease Mapping-Hierarchical Modeling in Spatial Epidemiology. Second Edition. 2013.
39. Lemp GF, Payne SF, Rutherford GF. Projections of AIDS Morbidity and Mortality in San Francisco. *JAMA*.1990; 263, 1497-1501.
40. Maia,C.; Guilhem, D.; Freitas,D. (2008), Vulnerabilidade ao HIV/ AIDS de pessoas heterossexuais casadas ou em união estável. *Rev Saúde Pública*, 42(2), pp. 242-248.
41. Ministério da Saúde, 1998a. Revisão da Definição Nacional de Caso de AIDS em Indivíduos com 13 Anos de Idade ou Mais, para Fins de Vigilância Epidemiológica. Brasília: Coordenação de DST/ AIDS, Secretaria de Projetos Especiais de Saúde.
42. Ministério da Saúde, 1999. A Resposta Brasileira ao HIV/AIDS: Experiências Exemplares. Brasília: Coordenação Nacional de DST/AIDS, Secretaria de Políticas de Saúde.
43. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e Aids.Critérios de definição de casos de AIDS em adultos e crianças./ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Programa Nacional de DST e Aids. Brasília : Ministério da Saúde, 2003.
44. Brasil. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de DST e Aids. 2008
45. Brasil-Ministério da Saúde. Coordenadoria de DST/AIDS. Terapia Anti-retroviral e Saúde Pública. Um balanço da experiência brasileira. 1999.
46. Morgenstern H. Ecologic studies in epidemiology: concepts, principles, and methods. *Annu Rev Public Health*. 1995; 16:61-81.
47. OMS,WHO. <http://www.who.int/hiv/data/en/index.html> (Global Epidemic, (PPT)).

48. Parker R, Camargo Jr KR. Pobreza e HIV/aids: aspectos antropológicos e sociológicos. *Cadernos de Saúde Pública* 16: 89-102, 2000.
49. Prado RR, Castilho EA. The AIDS epidemic in the State of São Paulo: application of the full Bayesian space-time model. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2002;42(5):537-42.
50. Ramos AN, Matida LH, Hearst N, Heukelbach J. AIDS in Brazilian children: history, surveillance, antiretroviral therapy, and epidemiologic transition, 1984-2008. *AIDS Patient Care STDS.* 2011; 25(4):245-55.
51. Rezaeian M, Dunn G, St Leger S, Appleby L. Geographical epidemiology, spatial analysis and geographical information systems: a multidisciplinary glossary. *Journal Epidemiol Community Health.* 2007; 61:98-102.
52. Ripsa. Indicadores Básicos para a Saúde no Brasil 2008 - 2ª Edição.
53. Rodrigues-Júnior AL, Castilho EA. A AIDS nas regiões de fronteira no Brasil de 1990 a 2003. *Rev Panam Salud Publica.* 2009;25(1):31-8.
54. Rodrigues-Júnior AL, Castilho EA. A epidemia de AIDS no Brasil, 1991-2000: descrição espaço-temporal. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical,* 37(4):312-317. 2004
55. Stephan C, Henn CA, Donalisio MR. Expressão geográfica da epidemia de AIDS em Campinas, São Paulo, de 1980 a 2005. *Rev Saúde Pública.* 2010;44(5):812-819.
56. Santo AH, Pinheiro CE, Jordani MS. AIDS as underlying and associated causes of death State of S. Paulo, Brazil, 1998. *Rev Saude Publica.* 2000; 34(6):581-588.
57. Szwarcwald CL, Bastos FI, Esteves MA, de Andrade CL. The spread of the AIDS epidemic in Brazil from 1987 to 1996:a spatial analysis. *Cad Saude Publica.* 2000; 16(1):7-19.
58. Smith, G L. Geospatial Analysis - a comprehensive guide. 3rd edition, 2006.
59. Stephan C, Henn CA, Donalisio MR. Expressão geográfica da epidemia de AIDS em Campinas, São Paulo, de 1980 a 2005. *Rev Saúde Pública.* 2010; 44(5):812-819.
60. Szwarcwald, CL;Bastos, FI;Esteves, MAP; Andrade CLT. A disseminação da epidemia da AIDS no Brasil, no período de 1987-1996: uma análise especial. *Cad. Saúde Pública.* 2000; 16(1):7-19.
61. Secretaria Municipal de Saúde – Programa Municipal DST/AIDS - Vigilância Epidemiológica – Guia para o controle de DST AIDS, 2003.
62. Secretaria de Estado da Saúde de SP – Programa Estadual DST/AIDS - Vigilância Epidemiológica - Boletim Epidemiológico, nº 41. São Paulo, 2009.
63. Spiegelhalter DJ, Best NG, Bradley PC, Van der Linde A. Bayesian Measures of Model Complexity and Fit. *Journal of the Royal Statistical Society.* 2002; 64(4), 583-639.
64. Temin, H. M., Mitzutani, S. RNA-dependent DNA polymerase in virions of Rous sarcoma virus. *Nature* 226: 1211-13, 1970.
65. Theil,H. Economics and Information Theory, North Holland, 1967.

9. Projeto-ICOHRTA

Trainee do projeto *The International Clinical, Operational and Health Services Research and Training Award* (ICOHRTA) financiado pelo *National Institutes of Health* (NIH). Processo número U2RTW006885.

Qualificação avançada como pesquisador pelo Summer Program no ano de 2014 na *Johns Hopkins Bloomberg School of Public Health, Institute of Epidemiology & Biostatistics* (GSIEB)- Estados Unidos, realizado no período de 11 de junho a 12 de julho de 2014. Foi realizado treinamento intensivo em epidemiologia e bioestatística, voltado à solução de problemas em tuberculose e HIV/AIDS, que possibilitou o desenvolvimento do projeto intitulado Padrões espaço-temporais de casos notificados de AIDS e tuberculose na cidade de São Paulo segundo os distritos administrativos (*“Spatio-temporal patterns of notified AIDS and Tuberculosis in São Paulo city by Administrative Districts”*), em conjunto com o pesquisador Jonathan Golub, referência em estudos na área de tuberculose. Segue na sequência o trabalho em forma de artigo científico, que ainda está em fase de redação e melhoramentos para ser submetido a revista científica de interesse.

Padrões espaço-temporais de casos notificados de AIDS e tuberculose na cidade de São Paulo segundo os distritos administrativos e o gênero.

*Spatio-temporal patterns of notified AIDS and Tuberculosis in São Paulo city by
Administrative Districts*

Lizzi, EAS¹; Martinez, EZ¹; Golub, J²

¹Universidade de São Paulo; ² John Hopkins University

Resumo

O interesse está em investigar conjuntamente os padrões espaço-temporais dos casos incidentes de AIDS e tuberculose (TB) entre os anos de 2006 a 2012 no município de São Paulo, SP, Brasil, segundo seus 96 Distritos Administrativos, bem como suas associações com as características de renda. Trata-se de um estudo ecológico, e as ferramentas utilizadas para a estimação de taxas de incidência e análise dos dados são modelos bayesianos de regressão que incorporam efeitos temporais e espaciais. Estes modelos incluem efeitos aleatórios com uma distribuição CAR (autorregressiva condicional) normal bivariada que capturam a influência das áreas adjacentes sobre o número de casos notificados em cada região, segundo o sexo. Estimativas dos parâmetros do modelo foram obtidas pelo método de simulação estocástica MCMC (Monte Carlo em Cadeia de Markov). O padrão espaço-temporal evidencia o padrão inverso da associação da Renda com a TB, e da AIDS com a TB no espaço em relação aos casos incidentes no sexo masculino. Os resultados encontrados são úteis para subsidiar o planejamento de políticas e ações de saúde direcionadas para a AIDS e a TB em áreas e populações de risco do município de São Paulo.

Palavras chave: AIDS, tuberculose, estudo ecológico, métodos bayesianos, análise espacial.

Abstract

The interest is to investigate the spatiotemporal patterns of AIDS and tuberculosis (TB) incidents cases of between the years 2006 to 2012 in São Paulo city, SP, according to its 96 Administrative Districts, as well as their associations with the characteristics of income. This is an ecological study, and the tools used to incidence rates estimation and analysis of data is Bayesian regression models that incorporate spatial and temporal effects. These models include random effects with a CAR distribution (conditional autoregressive) bivariate normal that capture the influence of adjacent fields on the number of cases reported in each region, according to sex. Estimates of the model parameters were obtained by stochastic simulation method MCMC (Monte Carlo Markov Chain). The spatiotemporal pattern shows the reverse pattern of the Income association with TB, and AIDS with TB in space in relation to incident cases in men. The results are useful to support the policy planning and health actions directed to the AIDS and TB in areas and at-risk populations in São Paulo

Keywords: AIDS, tuberculosis, ecological study, bayesian methods, spatial analysis.

I. Introdução

A tuberculose (TB) continua a ser grande problema de saúde pública mundial, com milhões de notificações a cada ano. À doença, é a segunda causa de morte por doença infecciosa em todo o mundo, ficando atrás somente do vírus da imunodeficiência humana (WHO,2014). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), ocorreram 9 milhões de casos novos de TB em 2013, 1,5 milhões de mortes; destas, 1,1 milhões entre pessoas HIV-negativas, e 0,4 milhão entre as pessoas HIV-positivas.

A TB é uma doença infecciosa causada pelo bacilo *Mycobacterium tuberculosis* (bacilo de Koch). Geralmente afeta os pulmões, classificada como TB pulmonar (Machado et. al, 2011), podendo contudo afetar qualquer órgão (Yang et. al, 2004) . A doença é disseminada pelo ar quando as pessoas, portadoras de TB pulmonar bacilifera, eliminam os bacilos, pela tosse. A detecção dos casos e o tratamento é considerada a medida de controle mais eficaz para o controle da doença. A identificação e o tratamento de pacientes com infecção TB latente, é um passo importante para a redução da doença (Golub et. al, 2006).

Sabe-se que apenas 5 a 10% das pessoas infectadas com bacilo de Koch desenvolverão a doença, sendo esta probabilidade maior entre as pessoas infectadas com o HIV (Oliveira et. al, 2004; OMS, 2014). Ela é mais frequente entre os homens que entre as mulheres (Holmes et. al, 1998; Borgdorff et. al, 2000).

O diagnóstico tardio da TB pulmonar, resulta em fonte de infecção mais grave da doença, possibilidade de sequelas, maior mortalidade e perpetuamento da cadeia de transmissão (Golub et. al, 2006). O diagnóstico e tratamento precoce são fundamentais para um efetivo controle da doença (Golub et. al, 2006b).

O HIV e o *Mycobacterium tuberculosis* estão entre os patógenos humanos mais letais em todo o mundo. Além disso, a sinergia entre HIV e TB (co-infecção HIV / TB) é uma grande ameaça à saúde pública nos países em desenvolvimento (Espert, Beaumelle & Vergne, 2015).

Em áreas de alta prevalência de HIV, a TB não pode ser prevenida e efetivamente tratada sem a prevenção e o tratamento do HIV/AIDS. O tratamento da tuberculose latente, em pacientes infectados com o vírus da imunodeficiência humana é eficaz, mas no mundo todo temos um déficit de tratamento conjunto (Martinson et. al,2011).

Por outro lado, as ações direcionadas para o controle de TB são de fundamental importância na efetividade das ações planejadas de HIV/AIDS (Jamal e Moherdau, 2007)

II. Material e métodos

Trata-se de um estudo ecológico com análise espaço-temporal. Serão estudados conjuntamente os casos novos de tuberculose e AIDS, no município de São Paulo, sudeste do Brasil, nos 96 Distritos Administrativos, no período de 2006 a 2012. As informações referentes aos casos novos de AIDS foram obtidos pelo TABNET/DATASUS, e da tuberculose foram obtidos pelo TB-Web. Foram cruzadas as informações de incidência das doenças com renda per capita, assumindo que a tuberculose é conhecidamente ligada a pobreza (Hawker et. al, 1993; Jeremy et al, 1999), e aspectos de desigualdade social em conglomerados urbanos (Ruffino –Netto; 2002), este trabalho tem o interesse de entender esta relação conjuntamente, no tempo, espaço e nas doenças em questão.

Análise estatística

Seja Y_{ikst} o número de casos incidentes nos distritos administrativos i ($i = 1, \dots, 96$) e nos anos t ($t = 2006, \dots, 2012$), do sexo s ($s=1$ se sexo masculino e $s=2$ se sexo feminino) e das doenças k ($k=1$ se tuberculose e $k=2$ se AIDS). O modelo estatístico considera que Y_{ikst} é uma variável aleatória que segue uma distribuição de Poisson com valor esperado $N_{ikst} * \theta_{ikst}$. Tratando-se de dados de contagem, matematicamente, o modelo estatístico é escrito na forma:

$$Y_{ikst} | N_{ikst}, \theta_{ikst} \sim \text{Poisson}(N_{ikst} * \theta_{ikst}),$$

em que N_{ikst} é o número de habitantes do Distrito Administrativo i , no ano t , no sexo s e na doença k e θ_{ikst} é um parâmetro a ser estimado pelo modelo, relativo à taxa de incidência da doença para cada distrito, ano, doença e sexo. Usa-se uma função de ligação do tipo logarítmica, para fazer a estimativa da taxa de incidência, considerando o espaço, o tempo, a doença e o sexo, definida como: $\ln(\theta_{ikst}) = \alpha_{kt} + W_{ki} + \beta_{kst}$. Utilizamos abordagem bayesiana com distribuições a priori do tipo não informativa. Deste modo, α_{kt} é um intercepto constante para cada sexo e ano que segue uma distribuição normal multivariada com matrizes não estruturadas, W_{ki} é um efeito aleatório espacial que segue distribuição

condicional autorregressiva bivariada, que permite que as correlações entre as áreas próximas no espaço sejam maiores, considerando também as informações entre as doenças e β_{kst} segue uma distribuição normal com média 0 e variância estruturada segundo uma distribuição gama com hiperparâmetros $a=0,1$ e $b=0,1$. Para compor a mensuração da covariável renda per capita, multiplica-se o β_{kst} pela covariável de interesse.

Usamos métodos de simulação exaustivos com o algoritmo MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*), com o apoio do programa Openbugs, e o módulo adicional Geobugs. Foram obtidas 60.000 amostras. Considerou-se um *burn-in* de tamanho 6000, para eliminar o efeito dos valores iniciais no algoritmo, e usou-se saltos de tamanho 10 para minimizar os efeitos de autocorrelação, entre sucessivas amostras das distribuições a posteriori de todos os parâmetros do modelo. Considerou-se os percentis de 2,5% e 97,5% para obter os intervalos de credibilidade (IC 95%) para o parâmetro de interesse. A convergência foi verificada pelos gráficos diagnóstico usuais (correlograma e gráfico do traço), com os softwares de apoio. Os mapas temáticos foram obtidos com o auxílio do software R (versão 2.14).

III. Resultados

Nas Figuras 1 e 2 apresentamos a distribuição das taxas brutas da incidência de AIDS e TB, durante os anos de 2006 a 2012, para o sexo feminino e para o sexo masculino. Observa-se que, no sexo feminino as maiores taxas de incidência concentram-se na região centro-oeste, mas com as informações retalhadas, ou seja, sem uma distribuição espacial limpa.

Com respeito, ao sexo masculino as maiores taxas de incidência de TB aparecem nas regiões periféricas sul, leste e norte, inversamente observado para as taxas de incidência de AIDS, onde estão as menores taxas de incidência, evidenciando padrão espacial de incidência inversos no espaço e que se mantém ao longo do tempo com mudanças sutis.

Após ajuste das taxas pelo modelo espaço-temporal, observa-se um alisamento destas taxas. Para o sexo feminino, podemos observar que as taxas de incidência ajustadas mostradas na Figura 3, concentram-se em distritos “centrais” no mapa, em contrapartida para as taxas de incidência de AIDS, que descreve uma borda em torno desta parte central com a segunda maior taxa de incidência da doença. Para o sexo masculino as maiores taxas de incidência de AIDS estão nas áreas centrais, e as menores nas áreas periféricas; para a TB há maiores taxas nas regiões periféricas, indicando que as regiões periféricas,

supostamente com menor poder econômico, são as mais afetadas pela TB do que pela AIDS. A correlação entre as doenças segundo o modelo espaço-temporal é de 0,41 (IC:0,22-0,68), identificando que a associação entre as doenças acontece de forma moderada, de forma que conforme aumenta os casos incidentes de AIDS, evidencia-se também um aumento dos casos incidentes de TB no período e na população estudada.

Ao compararmos as informações com a renda per capita, sem considerar influência do sexo, conforme Figura 5, podemos observar evidências de associação da renda com os casos de TB, de maneira inversa. Ou seja, os distritos que têm as maiores taxas de incidência de TB possuem assim as menores renda per capita.

A Figura 6 exibe a matriz de correlação com uma curva estimada pelo modelo da relação entre as taxas de incidência de TB e a renda per capita, mais uma vez mostrando a relação inversa entre os componentes. Então, temos evidências de que conforme aumenta a taxa de incidência de TB nos Distritos Administrativos menores valores da renda observamos, ou seja, uma associação negativa da renda per capita nos distritos estudados com TB, mostrando estreita ligação com o nível sócio-econômico, e a TB.

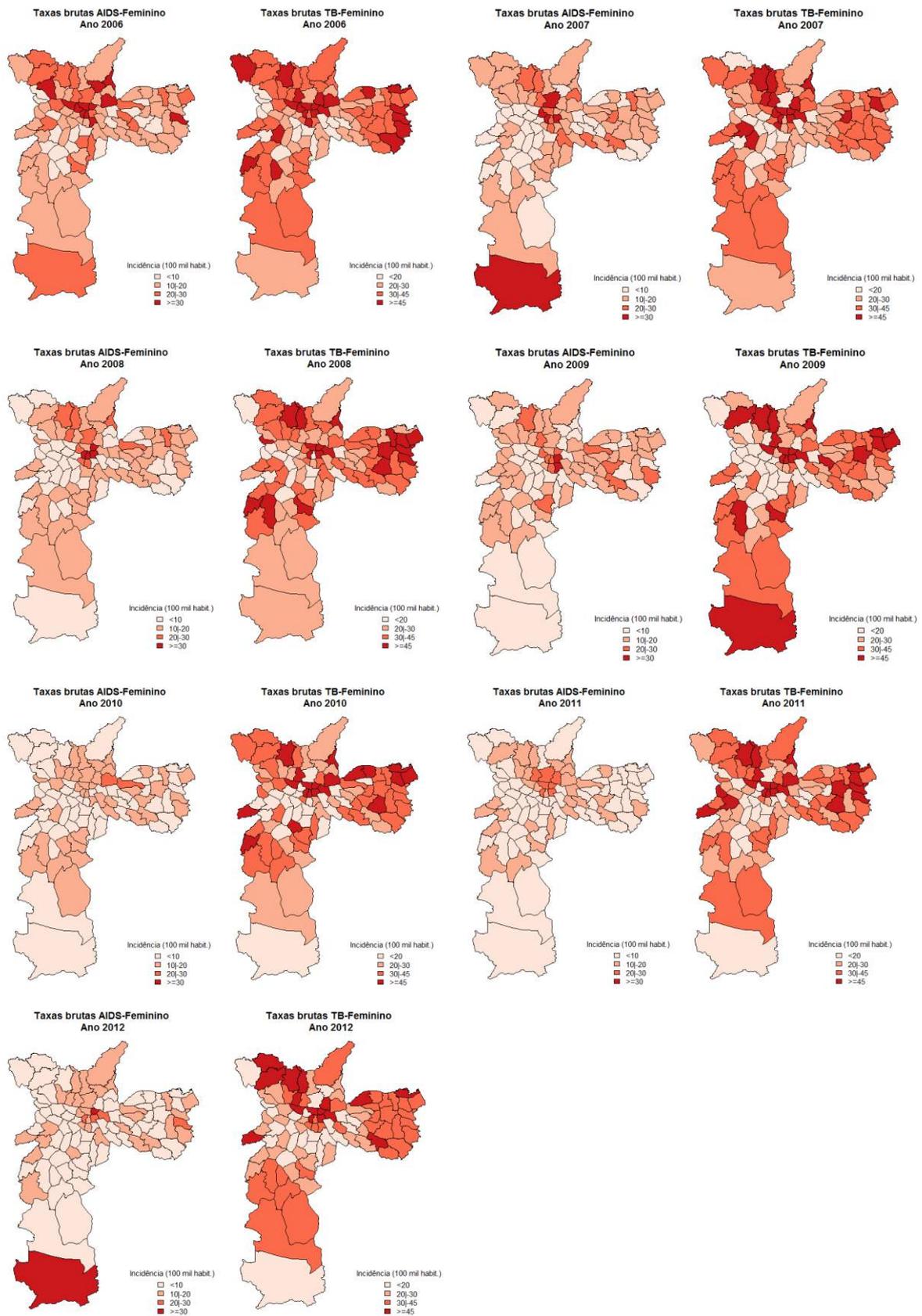


Figura 1: Taxas brutas, incidência de AIDS e TB, durante os anos de 2006 a 2012, sexo feminino.

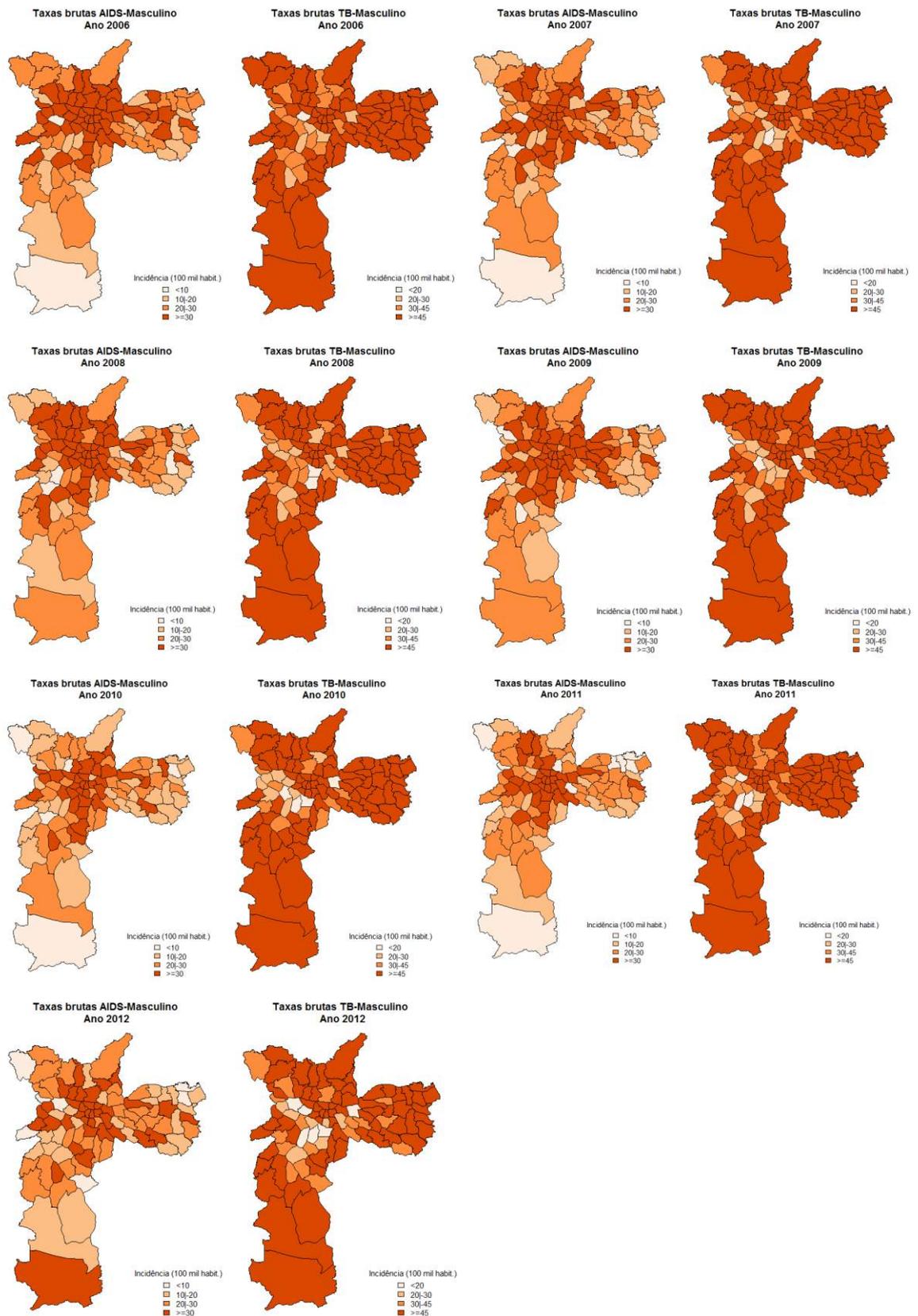


Figura 2: Taxas brutas, incidência de AIDS e TB, durante os anos de 2006 a 2012, sexo masculino.



Figura 3: Taxas ajustadas pelo componente espaço-temporal, incidência de AIDS e TB, durante os anos de 2006 a 2012, sexo feminino.

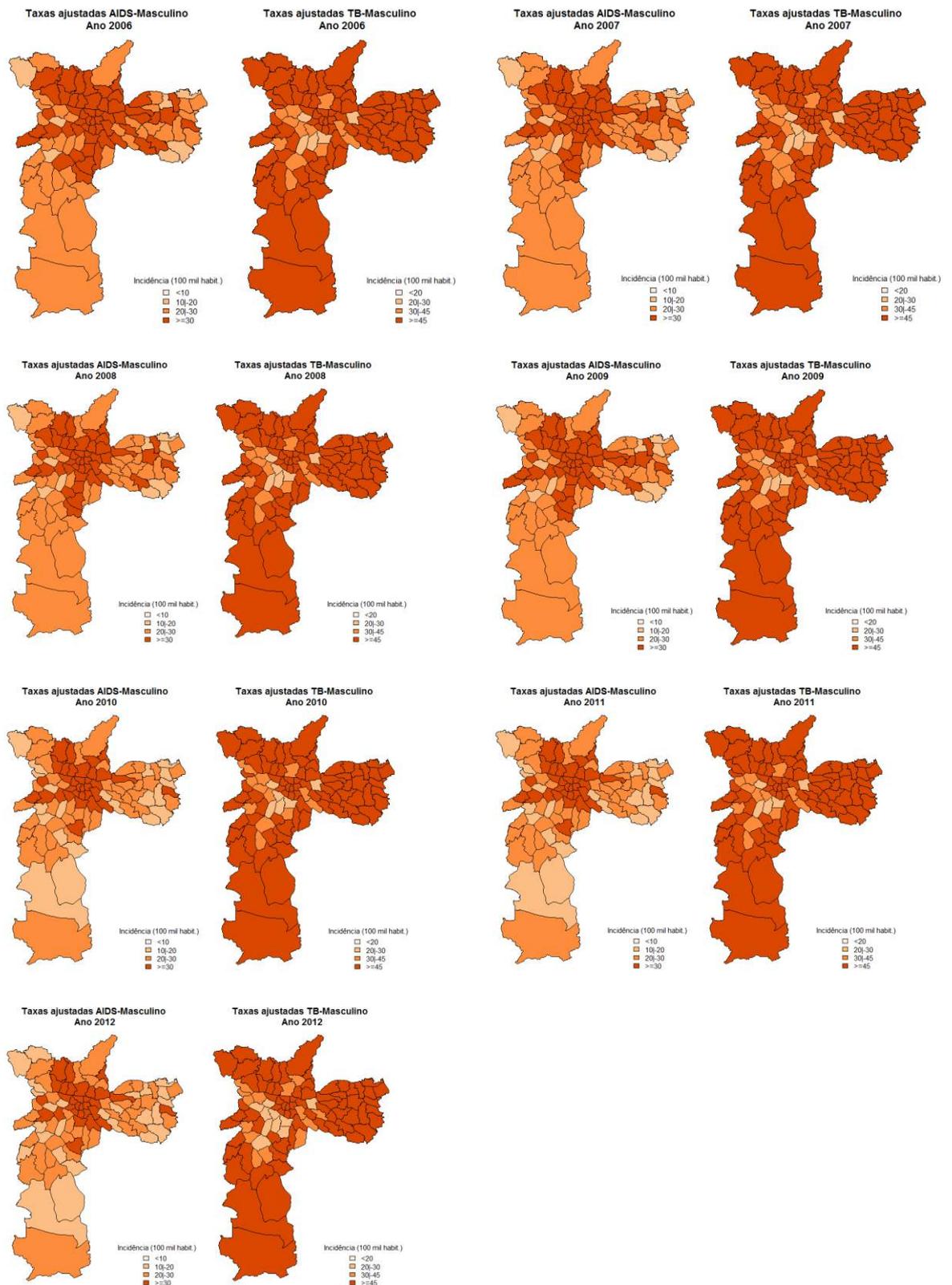


Figura 4: Taxas ajustadas pelo componente espaço-temporal, incidência de AIDS e TB, durante os anos de 2006 a 2012, sexo masculino.

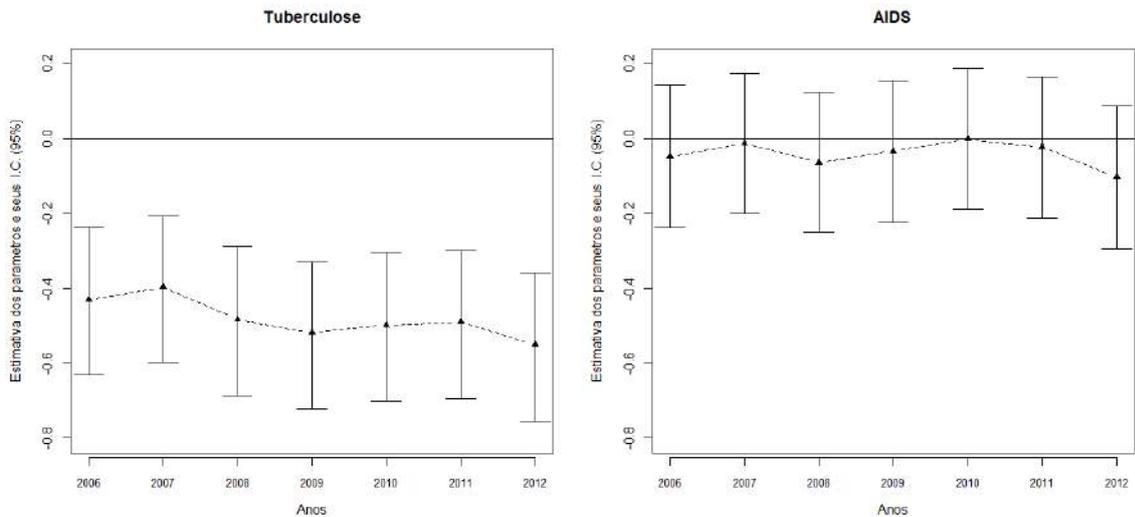


Figura 5: Renda per capita e associação com TB e AIDS em função do tempo.

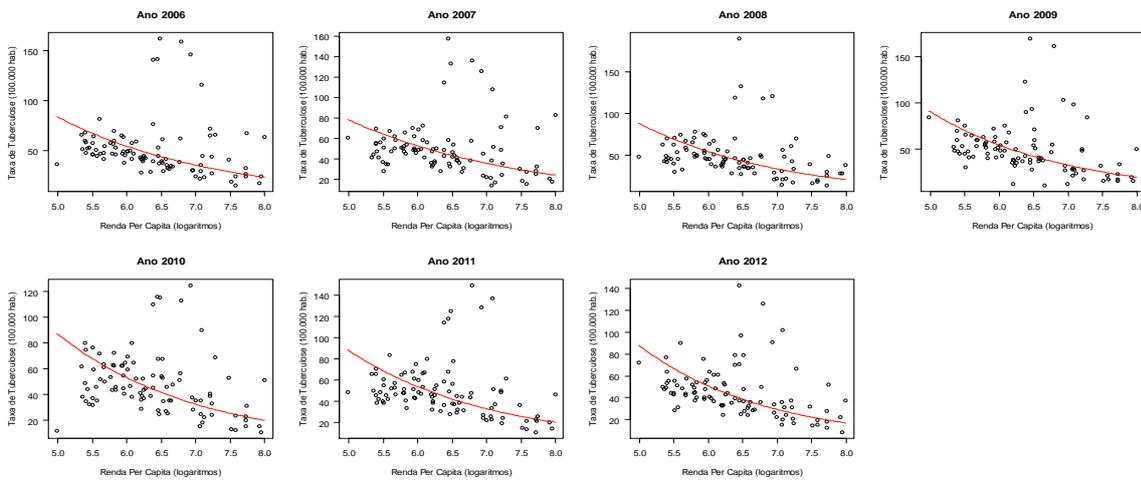


Figura 6: Matriz de dispersão da taxa de incidência de TB pela renda per capita.

IV. Discussão

Quando estudamos conjuntamente AIDS e TB, levamos em consideração a relação intrínseca entre as doenças: a TB é a infecção oportunista mais comum, e a principal causa de morte em pessoas HIV-positivas em todo o mundo (Lora et al, 2015).

Ao analisarmos a associação com a renda per capita, ficou claro que áreas menos favorecidas economicamente tem maiores taxas de incidência de TB do que de AIDS,

evidenciando questões da pobreza e pauperização (Fonseca et. al, 2000; Bastos e Szwarcwald, 2000). A redução da pobreza poderia ser obviamente parte das ações para o controle da epidemia mundial da TB (Creswell et al, 2011).

Os resultados indicam uma relação inversa da incidência das doenças nos sexos e no espaço, durante o tempo estudado, mostrando a questão da feminização e pauperização da AIDS e da TB (Fonseca et. al, 2000; Bastos e Szwarcwald, 2000).

A falta de assistência (ou sua deficiência) médica conjunta para a coinfeção (TB e AIDS) demonstra vulnerabilidade dos distritos menos favorecidos com relação a estas morbidades. Com respeito ao tratamento da TB, a rede de saúde pública no Brasil, foi descentralizada para o nível básico de atenção à saúde, e a assistência à AIDS, que é mais recente, concentra-se nos níveis secundário e terciário. O tratamento dos indivíduos co-infectados (TB e HIV/AIDS) ocorrem em locais distintos, o que dificulta o acesso, encarece o mesmo, contribuindo para menor adesão ao tratamento (Jamal *et. al* 2007). A dificuldade de acesso aos serviços de saúde e a ineficiência do tratamento para pacientes co-infectados também é encontrada em estudos realizados na África do Sul (Daftary, 2012) e na Europa (Mansfeld *et. al* 2015).

As mulheres dos distritos com classes socioeconômicas menos favorecidas, podem ser vítimas das doenças devido aos aspectos comportamentais de seus parceiros, como sexo extraconjugal e uso de drogas injetáveis, fatores de risco conhecidamente ligados à AIDS (Gavin *et al.*, 2007) e a feminização, desigualdade de gênero e pobreza (Bastos e Szwarcwald, 2000; Saita e Oliveira, 2012).

As limitações deste estudo, envolvem primariamente aspectos extremamente importantes tais como a qualidade dos dados. As informações provêm dos bancos de dados secundários disponíveis nos sistemas de saúde. Estes bancos de dados nem sempre apresentam com perfeição uma descrição epidemiológica. Há problemas tais como: preenchimento incorreto das informações no sistema; subnotificações das doenças (mesmo se tratando de uma doença de caráter de notificação compulsório, conforme preconiza o Ministério da Saúde). Trata-se também, de um estudo com informações agrupadas do tipo ecológico, não podendo generalizar os achados deste estudo para o nível individual de informação.

V. Conclusão

Estes resultados permitem apresentar evidências dos padrões espaço temporais das doenças em pauta, subsidiando assim o planejamento de políticas e ações de saúde pública direcionadas para o combate e controle das mesmas na cidade em pauta.

Ressalta-se a necessidade de integração de atendimento para as duas doenças e diversificação no acesso a serviços de saúde, entre os sexos por Distrito Administrativo. Métodos bayesianos de mapeamento de doenças se mostraram satisfatórios para entender a incidência conjunta das doenças no espaço e no tempo.

Agradecimento pelo suporte financeiro do projeto *The International Clinical, Operational and Health Services Research and Training Award* (ICOHRTA) financiado pelo *National Institutes of Health* (NIH). Processo número U2RTW006885.

VI. Referências Bibliográficas

1. Bastos, FI e Szwarcwald, CL. . AIDS e pauperização: principais conceitos e evidências empíricas. *Cad. Saúde Pública*, 16(1): 65-76; 2000.
2. Borgdorff, M. W.; Nagelkerke, N. J. D.; Dye, C.; Nunn, P. Gender and tuberculosis: a comparison of prevalence surveys with notification data to explore sex differences in case detection. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 4(2):123-132; 2000.
3. Creswell, J.; Jaramillo E.; Lönnroth, K.; Weil, D.; Raviglione, M. Tuberculosis and poverty: what is being done. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*. 15(4):431-432; 2011.
4. Daftary, A. Padayatchi, N. Social constraints to TB/HIV healthcare: accounts from coinfecting patients in South Africa. *AIDS Care*. 24(12): 1480-1486; 2012.
5. Espert, L. Beaumelle, B., Vergne, I. Autophagy in Mycobacterium tuberculosis and HIV infections. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*. 5(49):1-8, 2015
6. Fonseca MG, Bastos FI. Twenty-five years of the AIDS epidemic in Brazil: principal epidemiological findings, 1980-2005. *Cad Saude Publica*. 2007; 23:333-344.
7. Fonseca MG, Travassos C, Bastos FI, Silva N do V, Szwarcwald CL. Social distribution of AIDS in Brazil, according to labor market participation, occupation and socioeconomic status of cases from 1987 to 1998. *Cad Saude Publica*. 2003; 19(5):1351-63.
8. Jamal, LF; Moherdaui, F. Tuberculosis and HIV infection in Brazil: magnitude of the problem and strategies for control. *Rev Saúde Pública*; 41(1):104-110, 2007.
9. Golub, JE; Bur, S; Cronin, WA; Gange, S; Baruzh, N; Comstock, GW; Chaisson, RE. Delayed tuberculosis diagnosis and tuberculosis transmission. *International Journal of Tuberculosis Lung Disease (Union)*. 10(1):24-30; 2006

10. Hawker, JI; Surinder, SB; Ali, S; Farrington CP. Ecological analysis of ethnic differences in relation between tuberculosis and poverty. *BMJ* 1999;319:1031–4
11. Holmes, C. B.; Hausler, H.; Nunn, P. A review of sex differences in the epidemiology of tuberculosis. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*.2(2):96-104, 1998.
12. Lora et al. Evaluation of Microscopic Observation Drug Susceptibility (MODS) and the string test for rapid diagnosis of pulmonary tuberculosis in HIV/AIDS patients in Bolivia. *BMC Infectious Diseases*. 215:222; 2015.
13. Machado, ACFT; Steffen , RE; Oxlade, O; Meziés D; Kritski , A; Trajman, A. Factors associated with delayed diagnosis of pulmonary tuberculosis in the state of Rio de Janeiro. *J Bras Pneumol*. 37(4):512-520, 2011.
14. Martinson, NA; Barnes, GL; Moulton, LH; Msandiwa, R; Hausler, H; Ram, M; McIntyre, JA; Gray, GE; Chaisson, RE. New Regimens to Prevent Tuberculosis in Adults with HIV Infection. *New England Journal of Medicine*. 365:11-20; 2011
15. Mansfeld, M., Skrahina, A., Shepherd, L., Schultze, A., Panteleev, A., Miller, R., Miro, J., Zeltina, I., Tetrádov, S., Furrer, H., Kirk, O., Grzeszczuk, A., Bolokadze, N., Matteelli, A., Post, F., Lundgren, J., Mocroft, A., Efsen, A., Podlekareva, D. and TB:HIV study group in EuroCoord. Major differences in organization and availability of health care and medicines for HIV/TB coinfectéd patients across Europe. *HIV Medicine*. doi: 10.1111/hiv.12256;2015.
16. Oliveira, HB; Marín-Leóna,L; Cardoso, JC. Differences in mortality profile of tuberculosis patients related to tuberculosis- AIDS co-morbidity. *Revista de Saúde Pública*. 38(4): 503-510,2004.
17. Ruffino-Netto, A. Tuberculose: a calamidade negligenciada. (Tuberculosis: the neglected calamity). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*.35(1): 51-58, 2002.
18. Spencer, DPS; Hotchiss, J; Willians, CSD; Davies, PDO. Tuberculosis and poverty, *BMJ* 1993;307:759-61
19. Selik, RM; Starcher, ET;Curran, JW. Opportunistic diseases reported in AIDS patients: frequencies, associations, and trends. *AIDS*, 1:175-182, 1987.
20. Yang, Z; Kong, Y; Wilson F; Foxman, B; Fowler AH; Marrs, CF; Cave, MD; Bates, JH. Identification of Risk Factors for Extrapulmonary Tuberculosis. *Clinical Infectious Diseases*. 38:199–205; 2004
21. World Health Organization. Global tuberculosis report 2014. Geneva: World Health Organization; 2014.

Código Open Bugs-Modelo estatístico

```
model
{
for (i in 1: 96) { # Distritos Administrativos
for (k in 1:2) { # Doenças (1=TB e 2=AIDS)
for (s in 1:2) { # sexo (1= feminino 2= masculino)
for (t in 1:7) { # tempos (2006 - 2012)

y[i,k,s,t] ~ dpois(mu[i,k,s,t])
log(mu[i,k,s,t]) <- log( N[i,s,t]) + logrisco[i,k,s,t]
logrisco[i,k,s,t] <- alpha[k,t] + w[k,i] + beta[k,s,t]
risco[i,k,s,t] <- 100000*exp(logrisco[i,k,s,t])
}}}}

for (k in 1:2) {
for (t in 1:7) {

beta[k,1,t]<- 0
beta[k,2,t]~ dnorm(0,tau[k,t]) #efeito do sexo
tau[k,t]~ dgamma(0.1,0.1)
}}

w[1:2,1:96] ~ mv.car(adj[], weights[], num[], omega[ , ])

omega[1:2,1:2] ~ dwish(R[ , ], 2)
sigma.esp[1:2,1:2] <- inverse(omega[ , ])

sigma.el[1] <- sqrt(sigma.esp[1, 1])
sigma.el[2] <- sqrt(sigma.esp[2, 2])
corr <- sigma.esp[1, 2] / (sigma.el[1] * sigma.el[2])

alpha[1 , 1:7] ~ dnorm(m[1:7],precision1[1:7,1:7])
alpha[2 , 1:7] ~ dnorm(m[1:7],precision2[1:7,1:7])

precision1[1:7,1:7] ~ dwish(M[ , ], 7)
precision2[1:7,1:7] ~ dwish(M[ , ], 7)

sigma.p1[1:7,1:7] <- inverse(precision1[ , ])
sigma.p2[1:7,1:7] <- inverse(precision2[ , ])

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

}
```

Apêndices

A. GRÁFICOS DE DISPERSÃO, ASSOCIAÇÃO ENTRE AS TAXAS DE INCIDÊNCIA DE AIDS E COVARIÁVEIS DE INTERESSE AJUSTADAS PELO MODELO2.

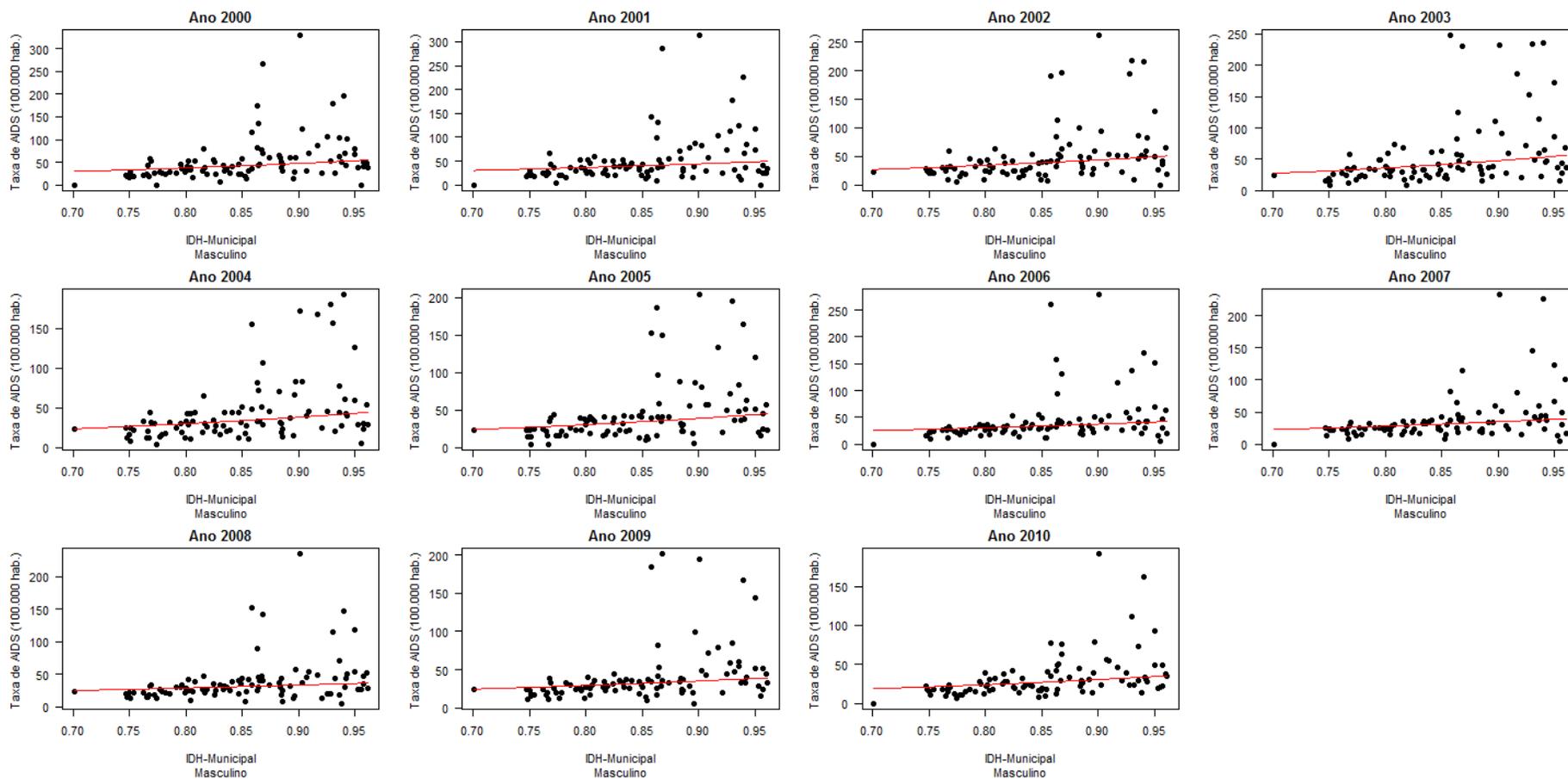


Figura 33: Associação entre IDH- Municipal e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

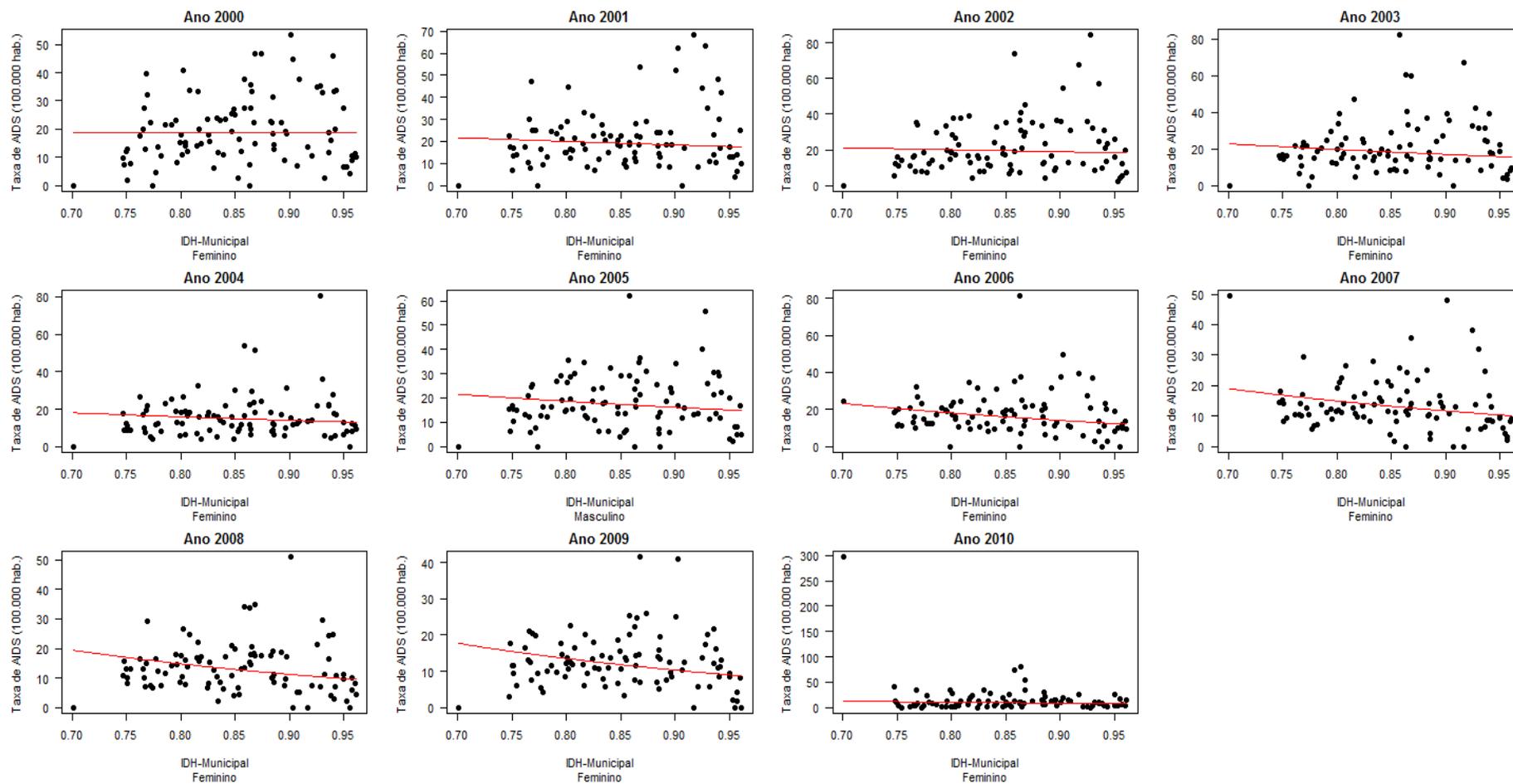


Figura 34: Associação entre IDH- Municipal e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

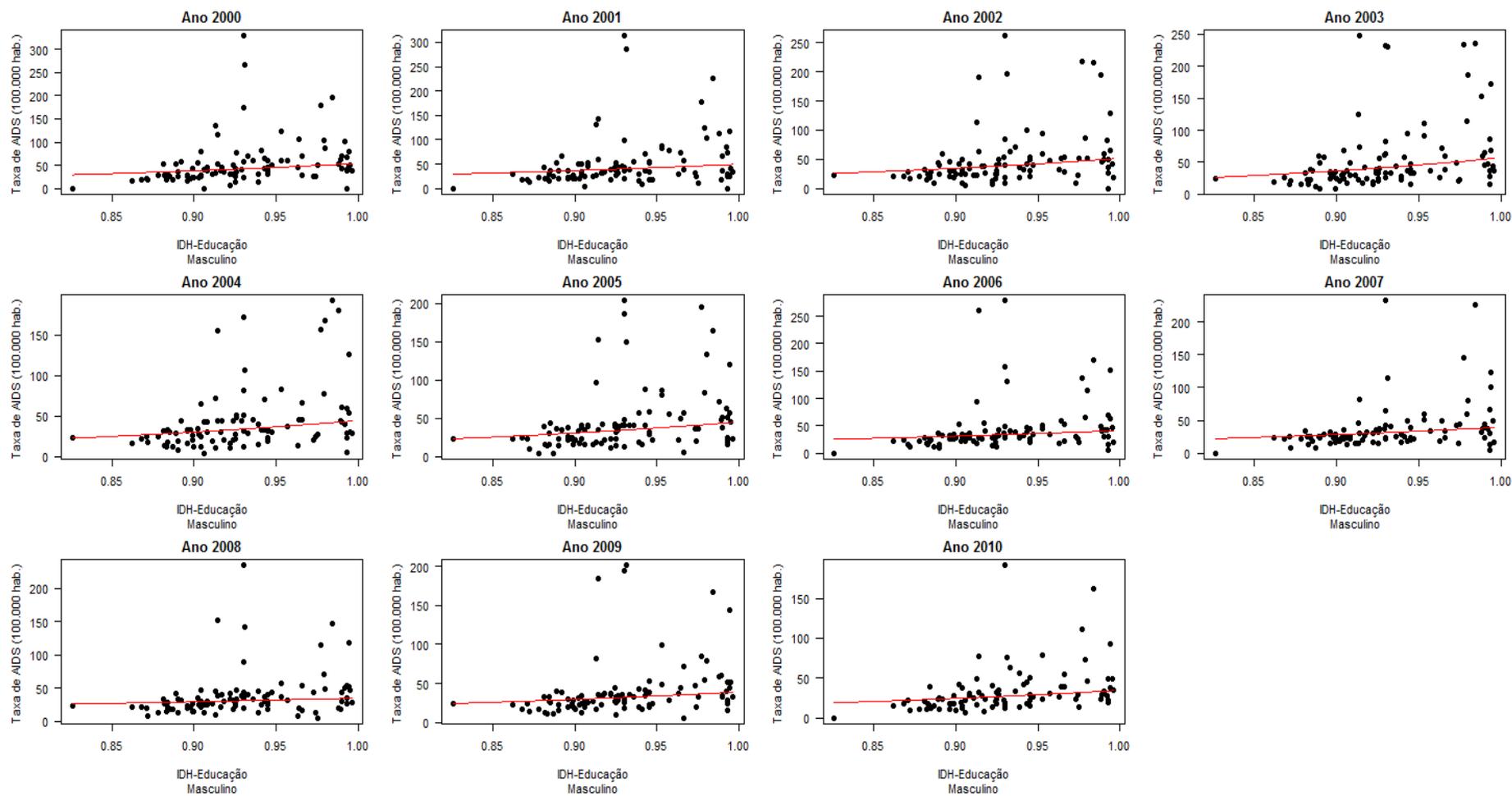


Figura 35: Associação entre IDH- Educação e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

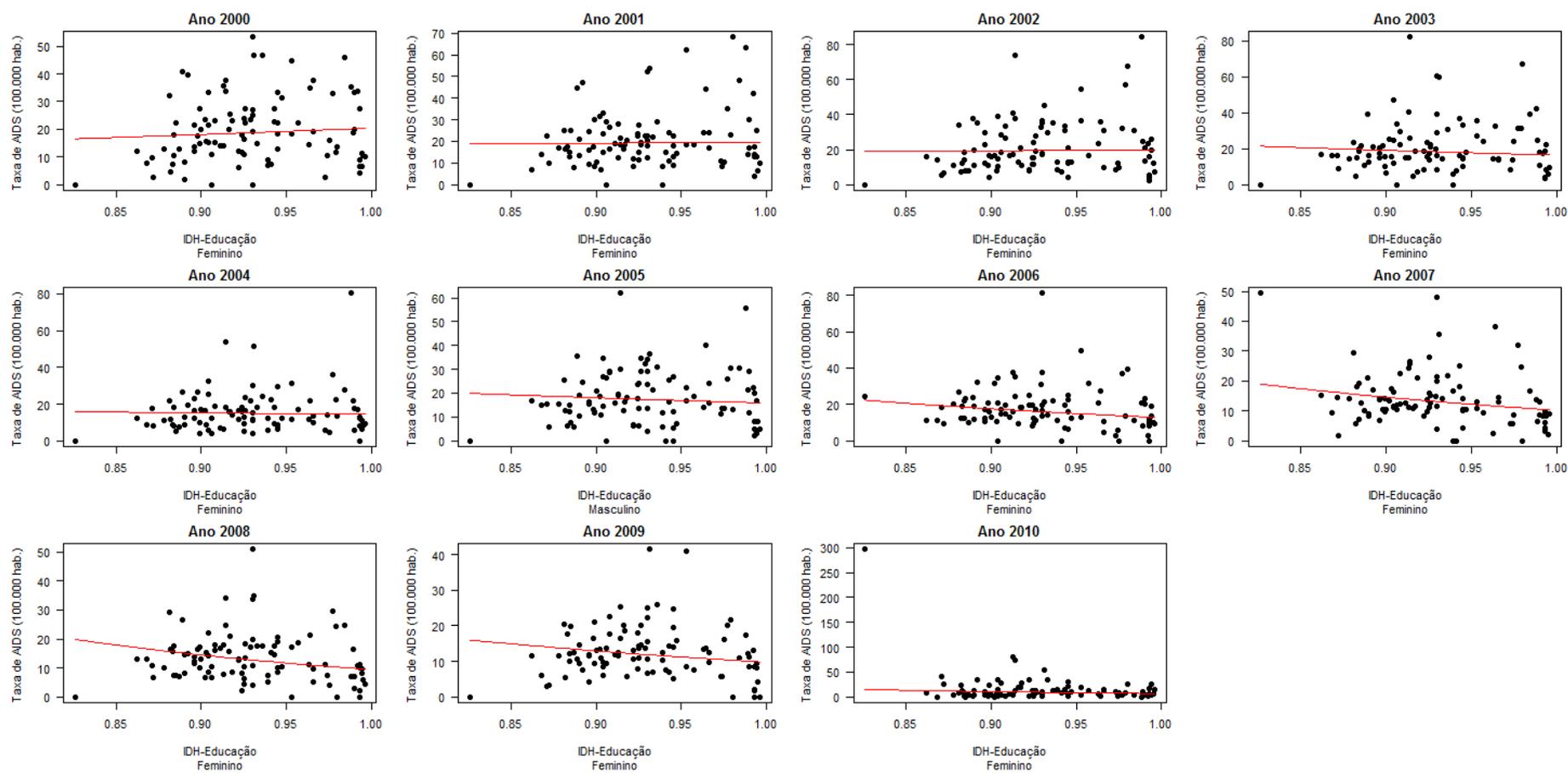


Figura 36: Associação entre IDH- Educação e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

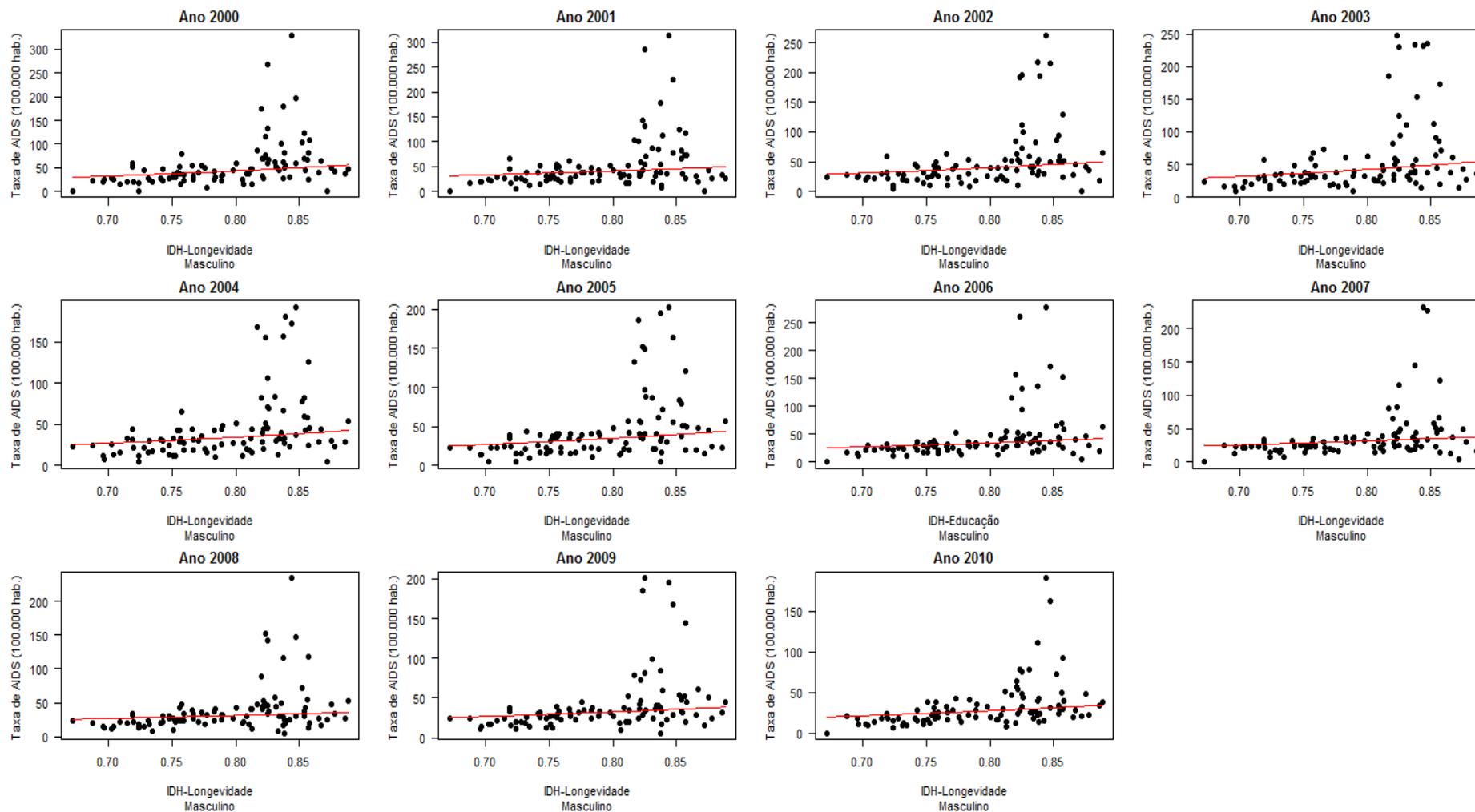


Figura 37: Associação entre IDH- Longevidade e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

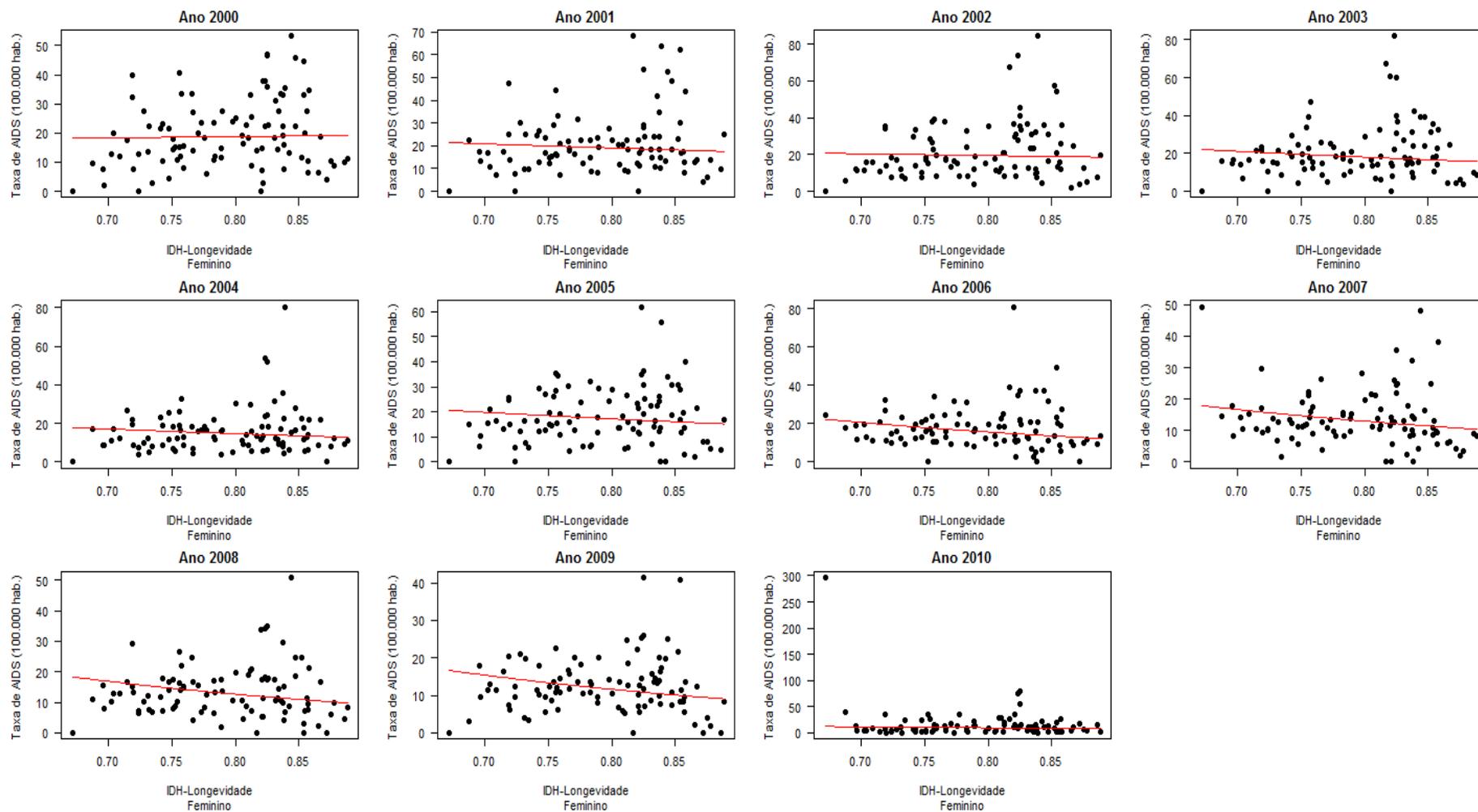


Figura 38: Associação entre IDH- Longevidade e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

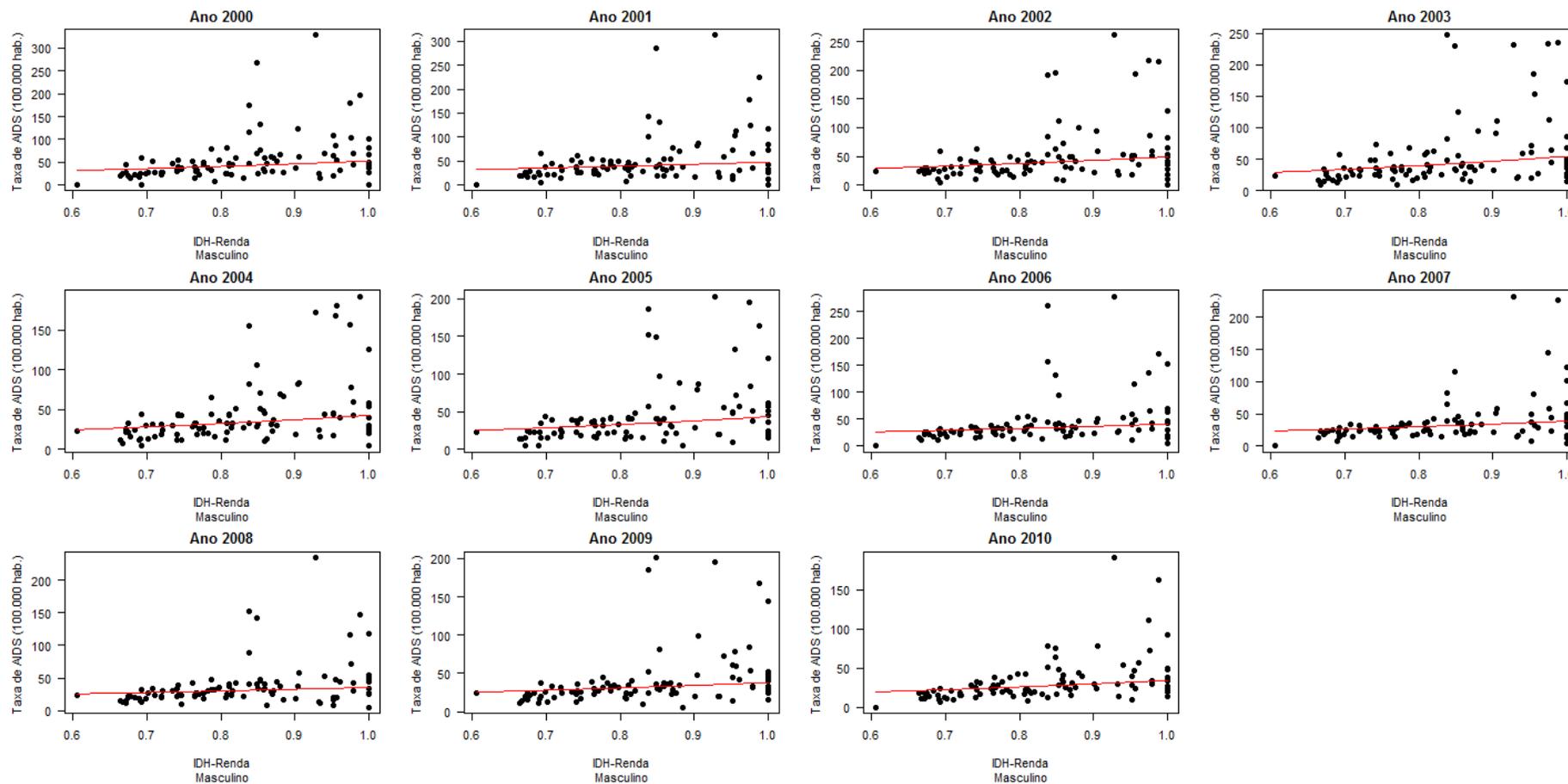


Figura 39: Associação entre IDH- Renda e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

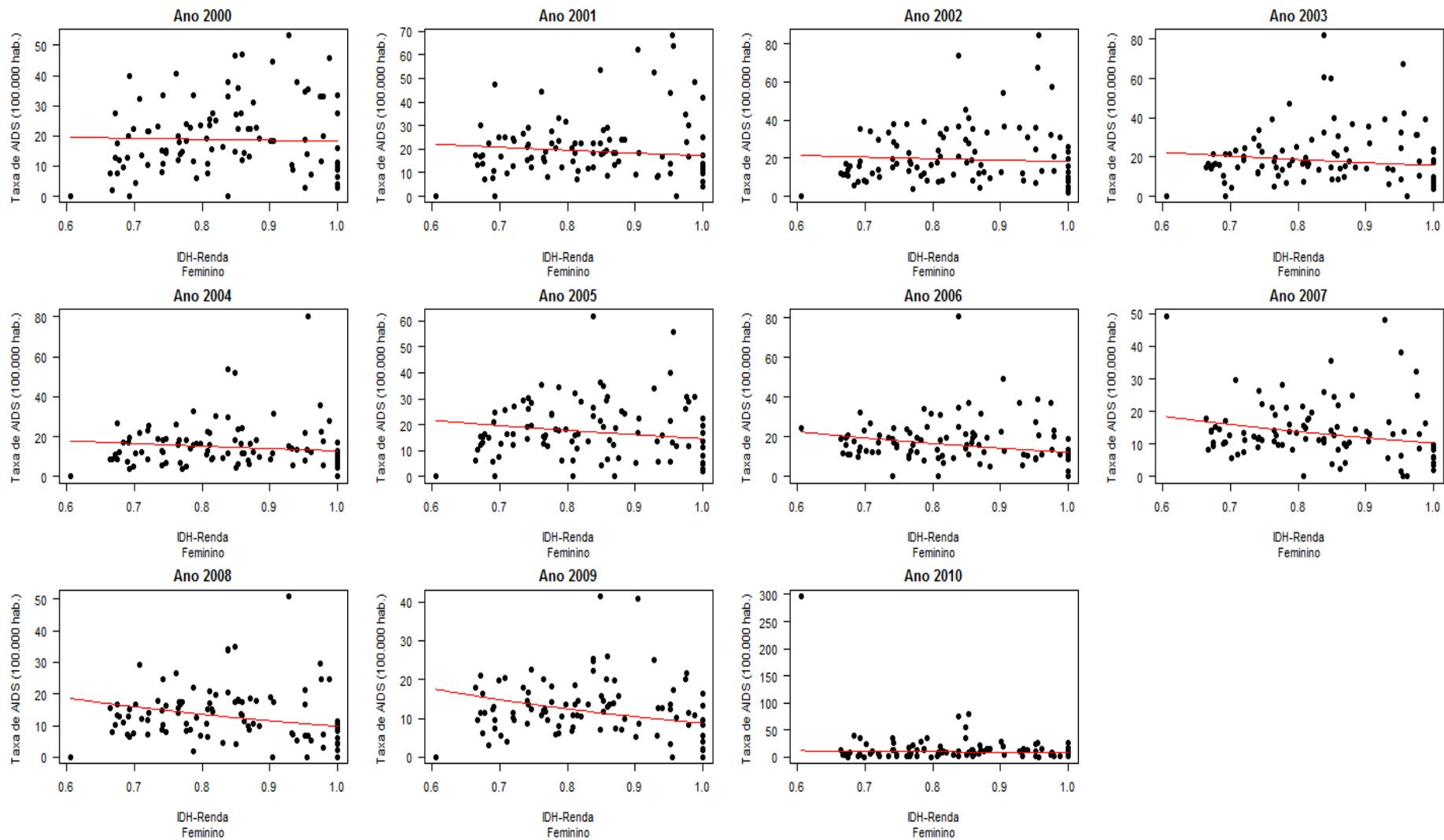


Figura 40: Associação entre IDH- Renda e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

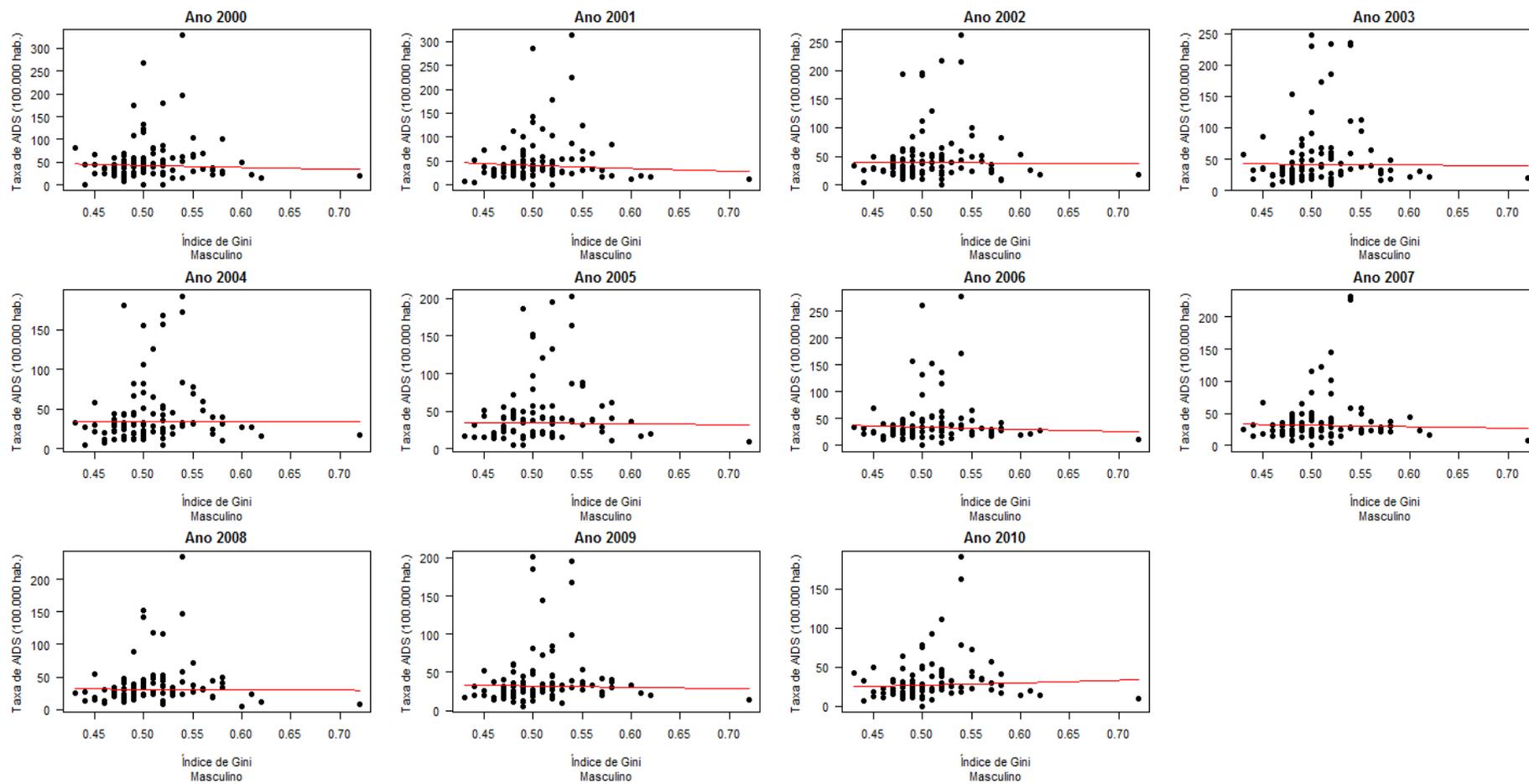


Figura 41: Associação entre Índice de Gini e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

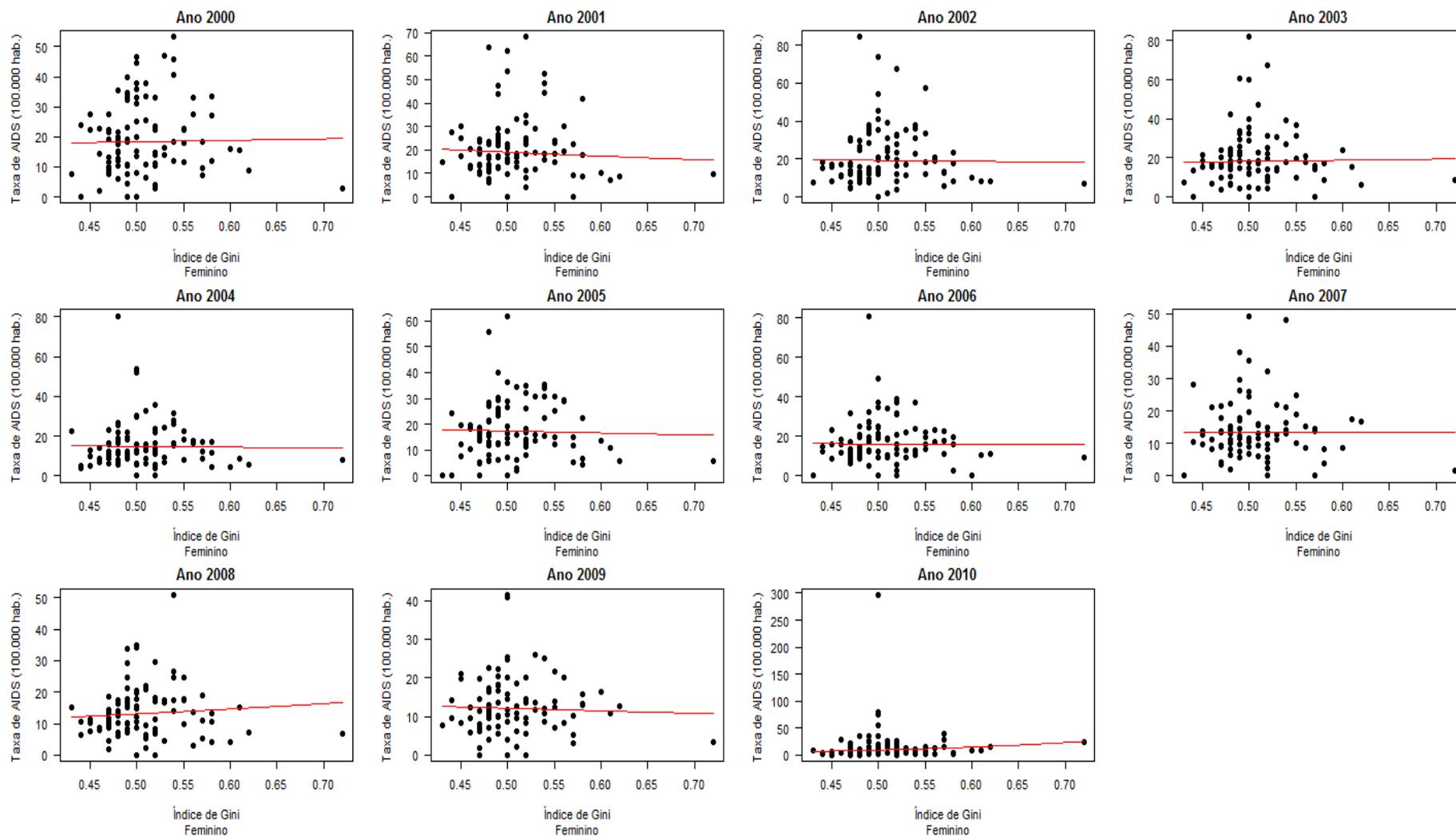


Figura 42: Associação entre Índice de Gini e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

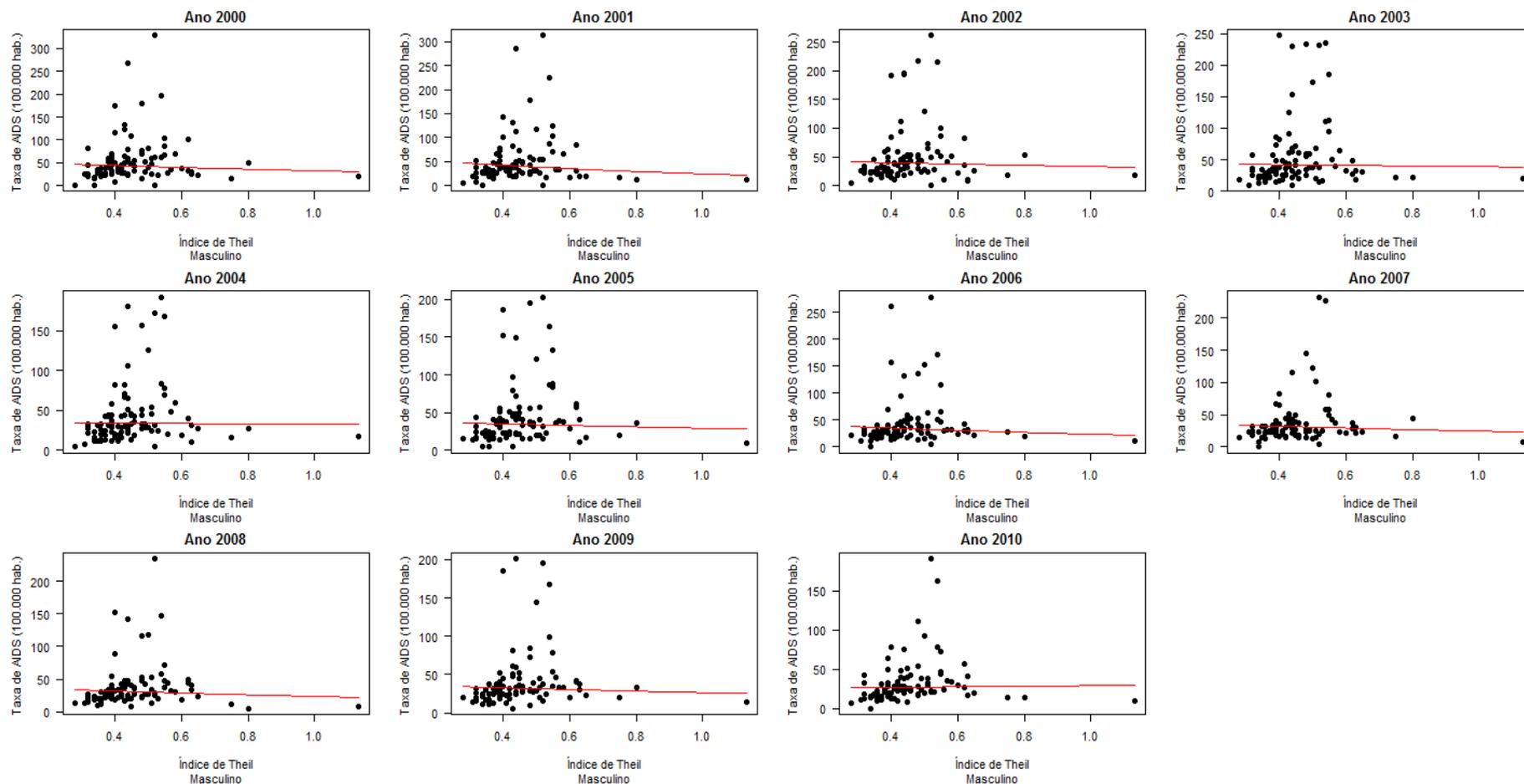


Figura 43: Associação entre Índice de Theil e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

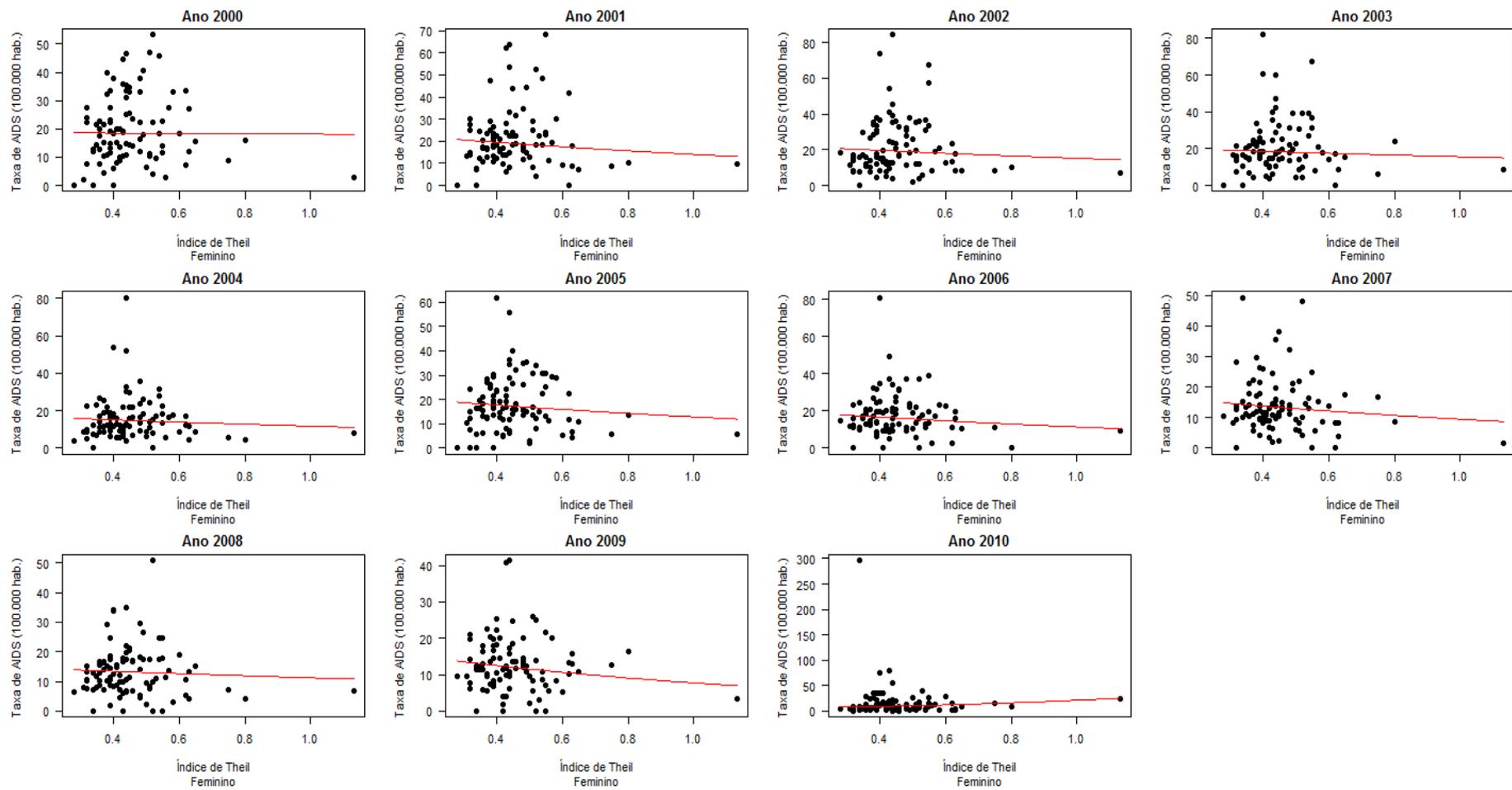


Figura 44: Associação entre Índice de Theil e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

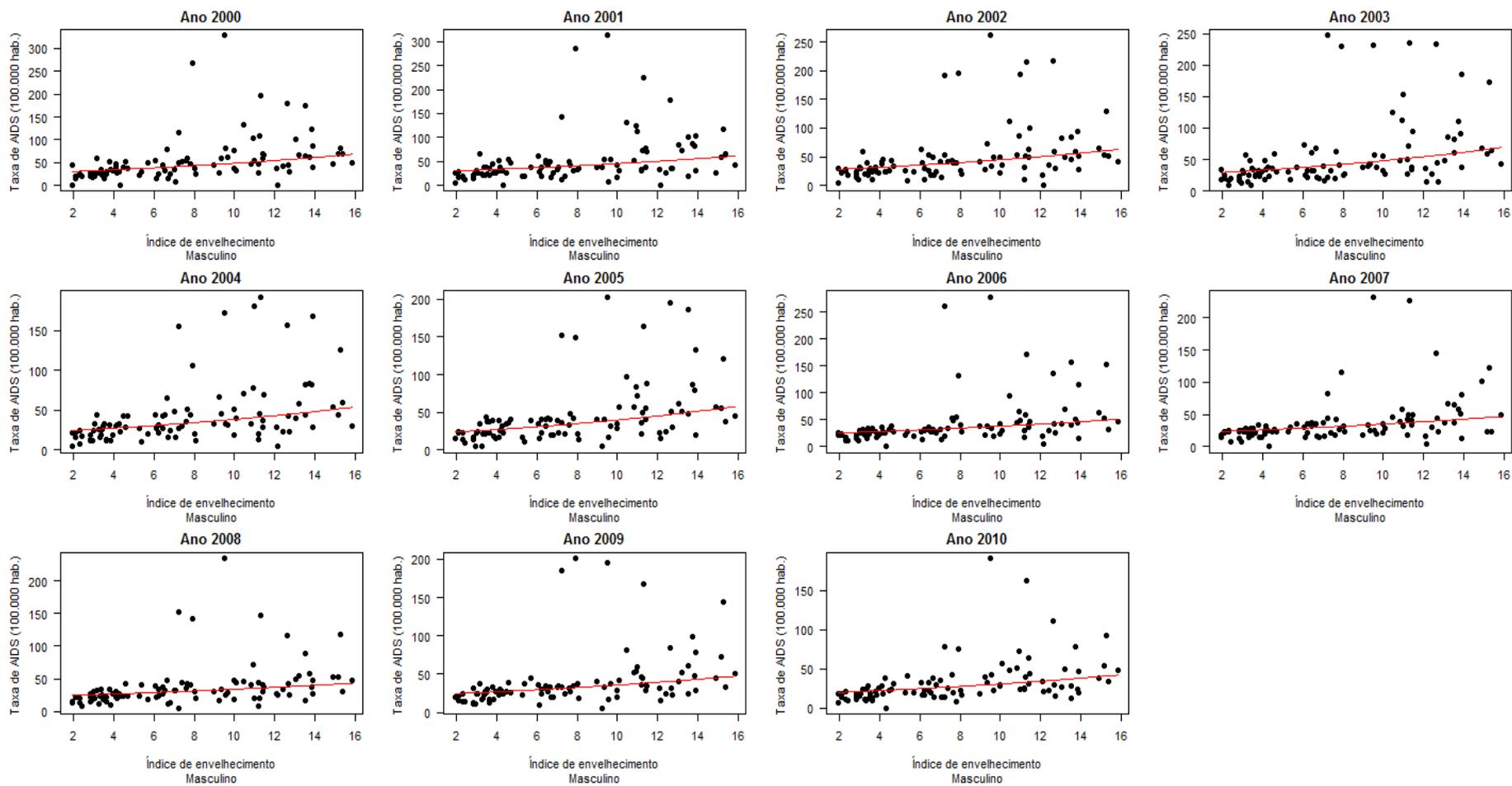


Figura 45: Associação entre Índice de envelhecimento e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

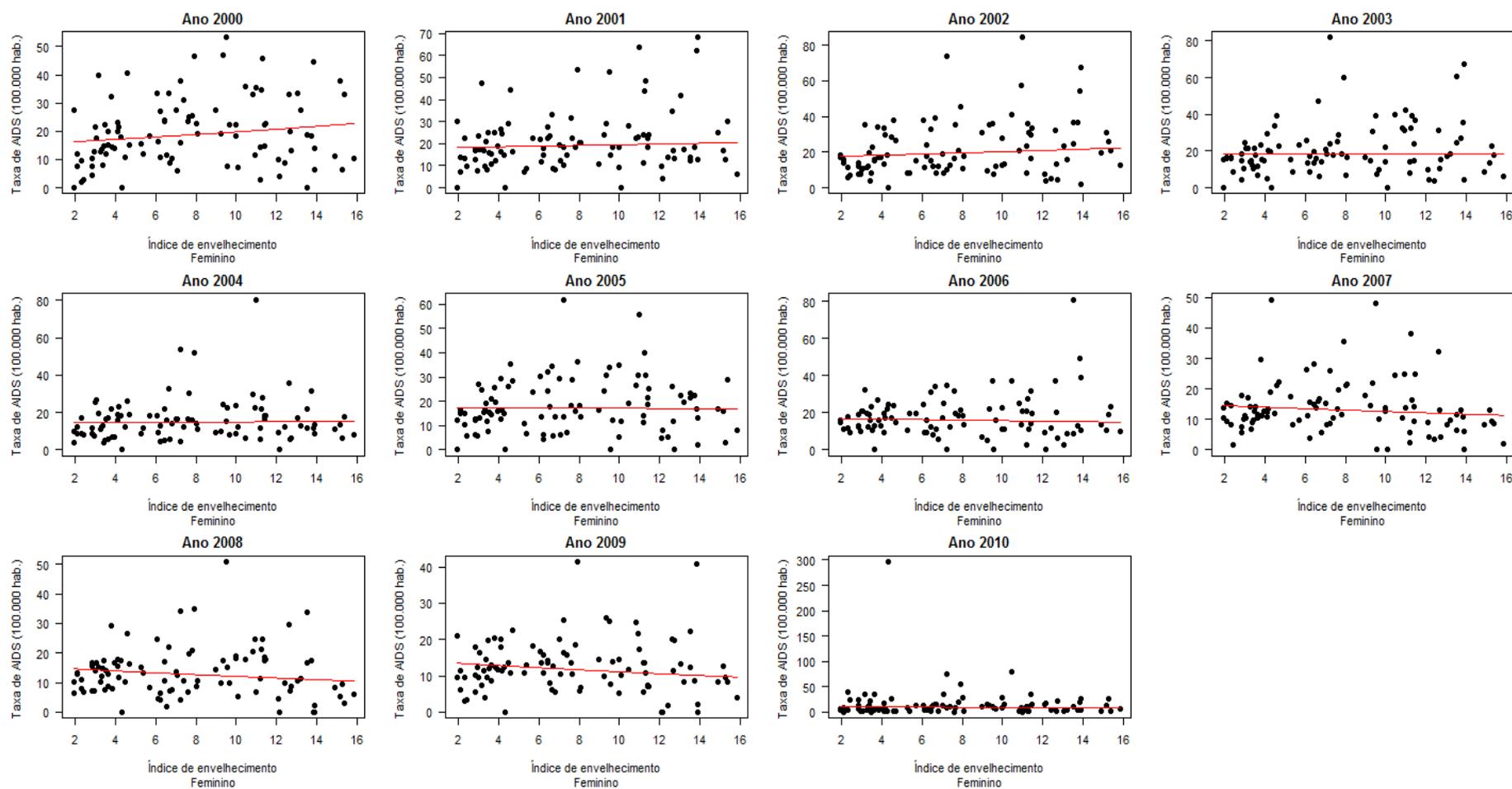


Figura 46: Associação entre Índice de envelhecimento e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

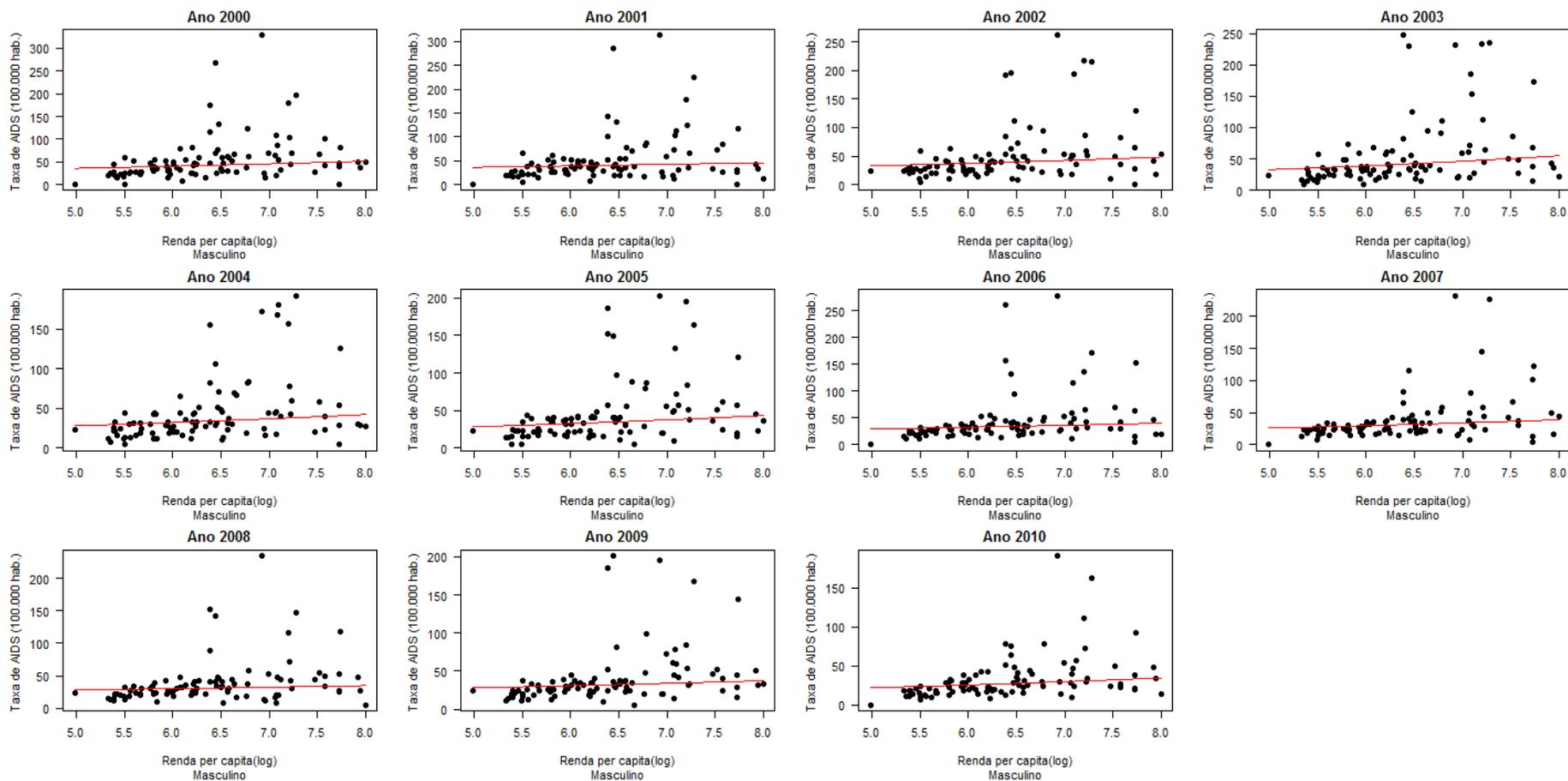


Figura 47: Associação entre Renda per Capita e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

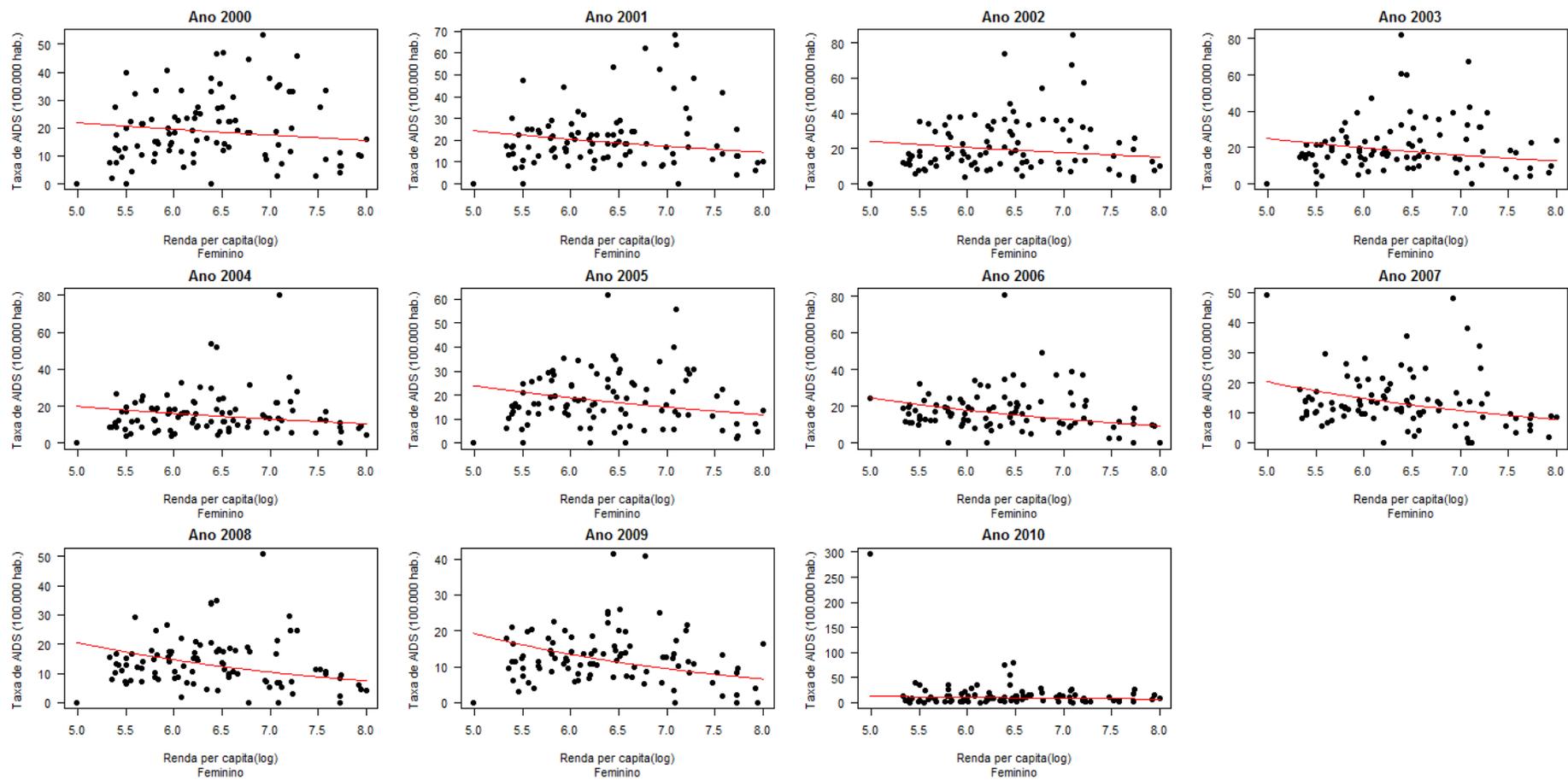


Figura 48: Associação entre Renda Per Capita e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

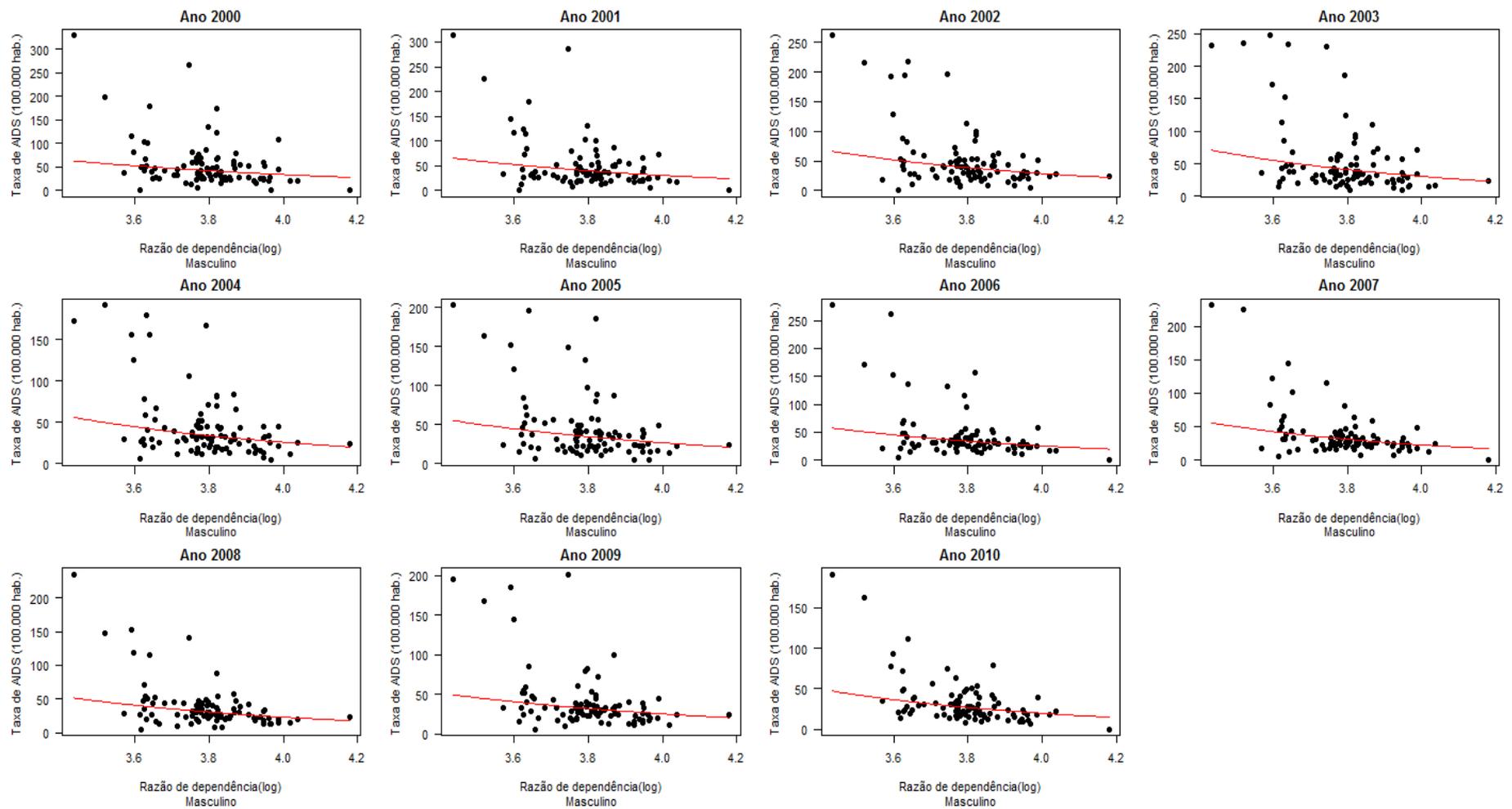


Figura 49: Associação entre Razão de dependência e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo masculino, anos de 2000-2010.

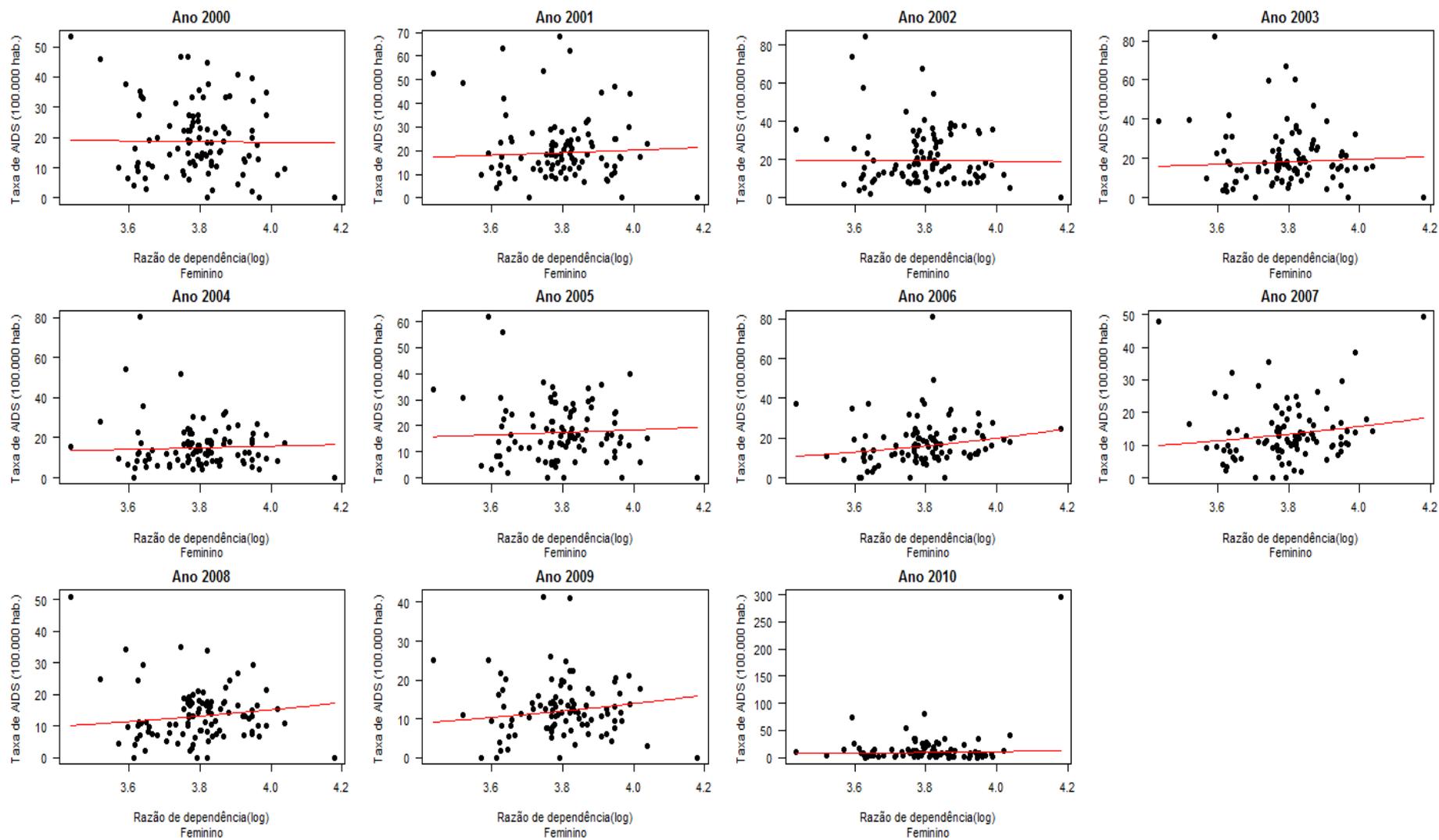


Figura 50: Associação entre Razão de dependência e as taxas de incidência da AIDS (100 mil hab.), sexo feminino, anos de 2000-2010.

A. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO TEMPORAL DA TAXA DE INCIDÊNCIA SEGUNDO OS DISTRITOS ADMINISTRATIVOS.

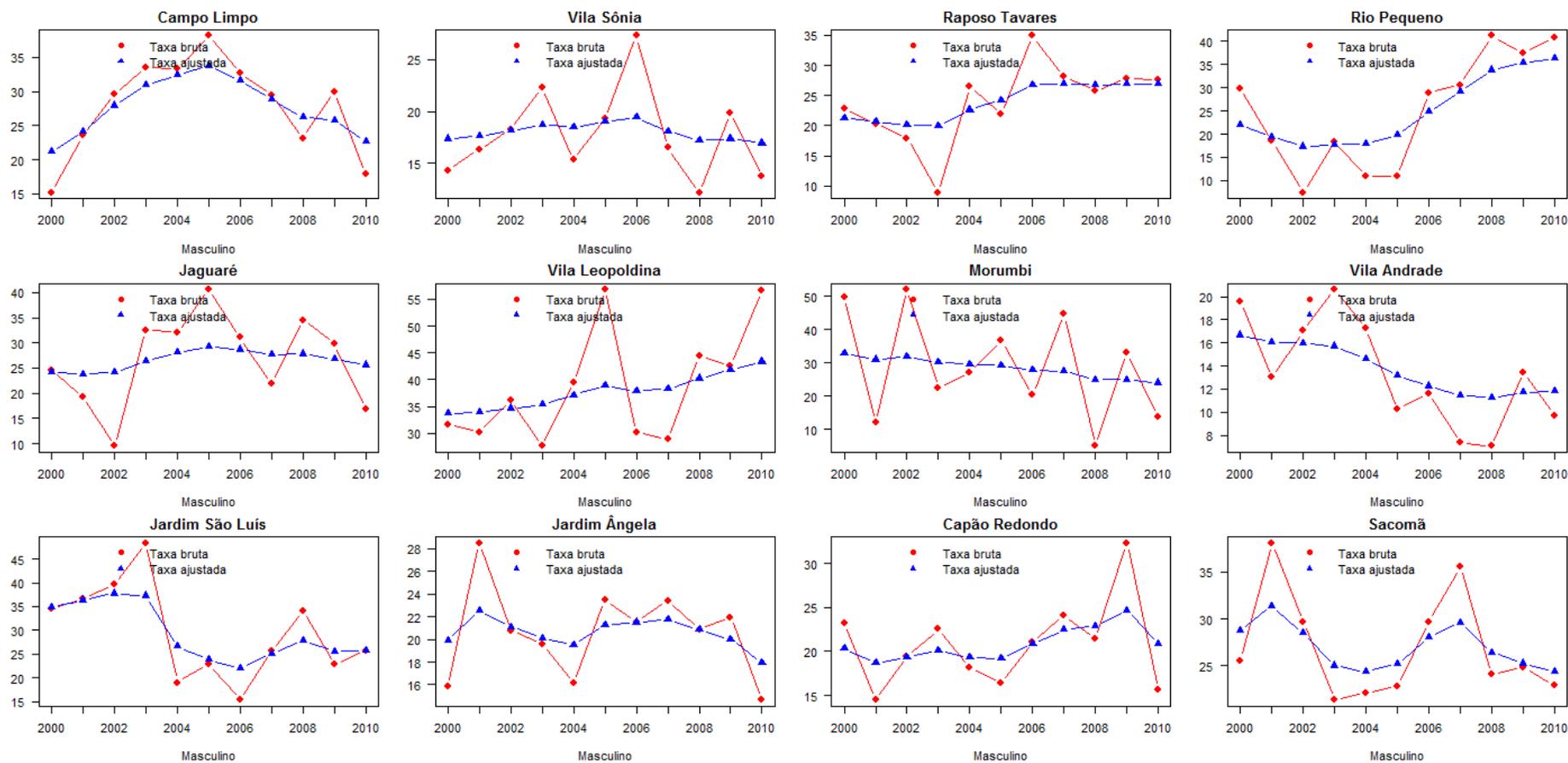


Figura 51: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

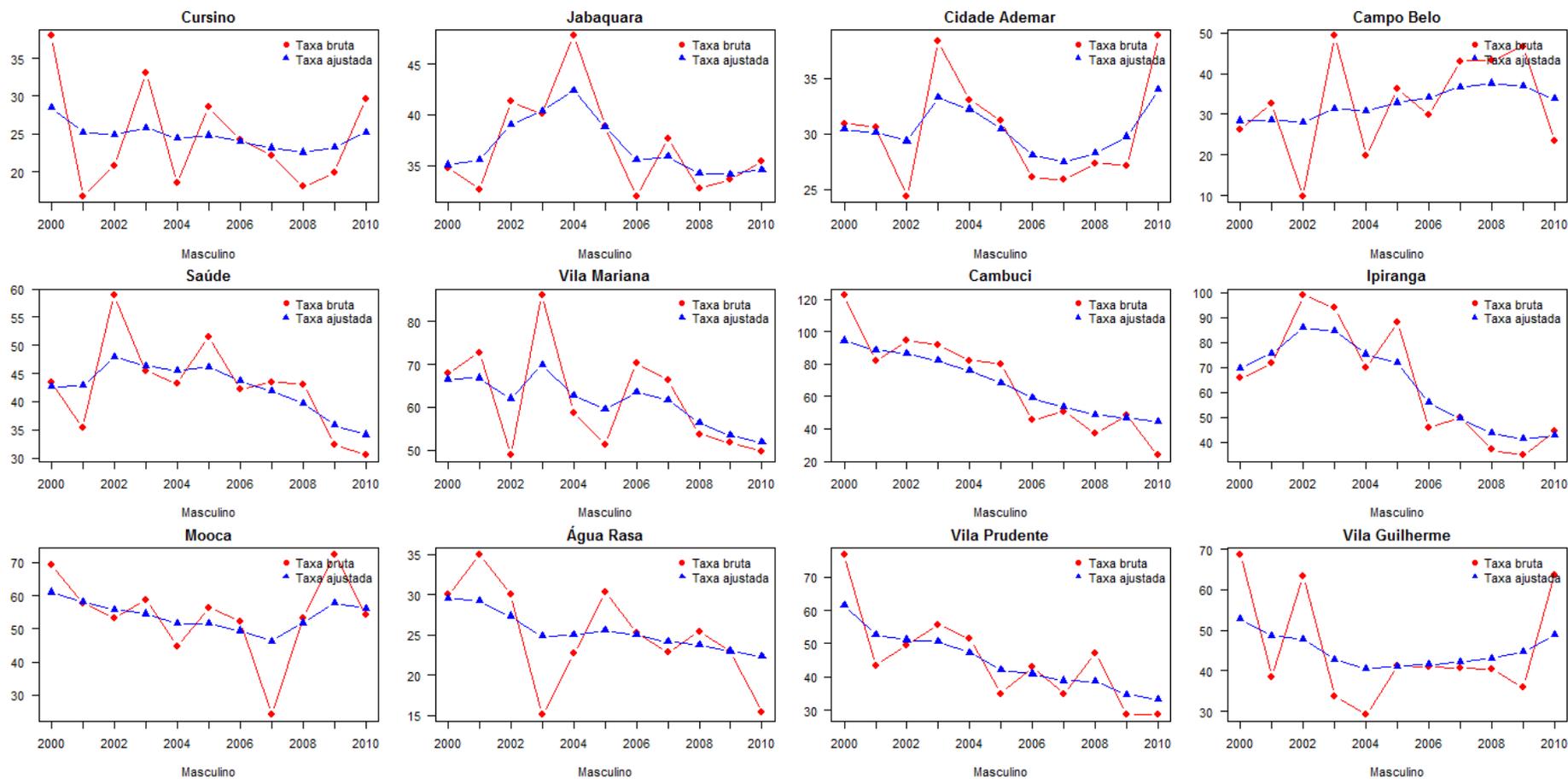


Figura 52: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

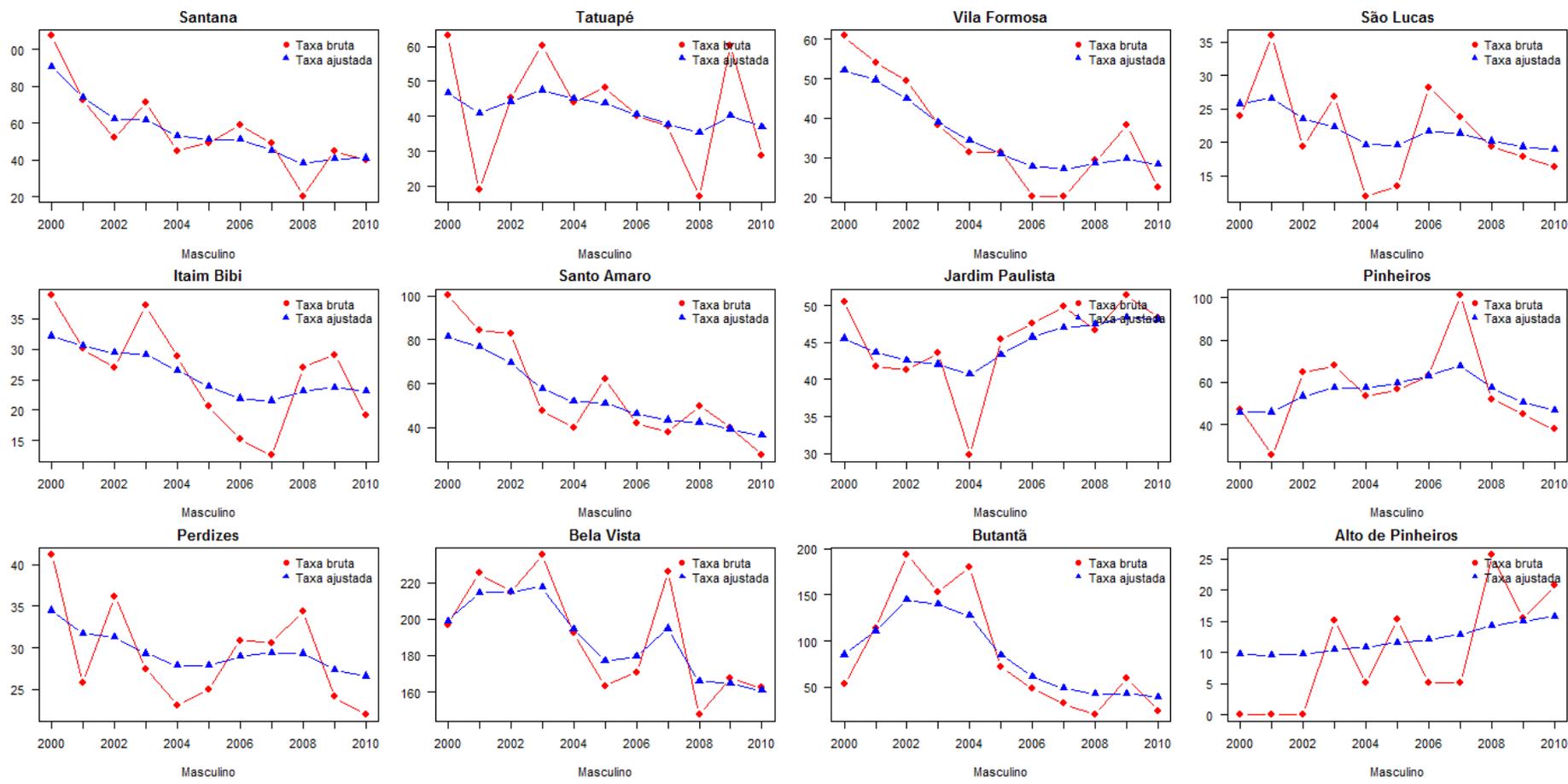


Figura 53: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

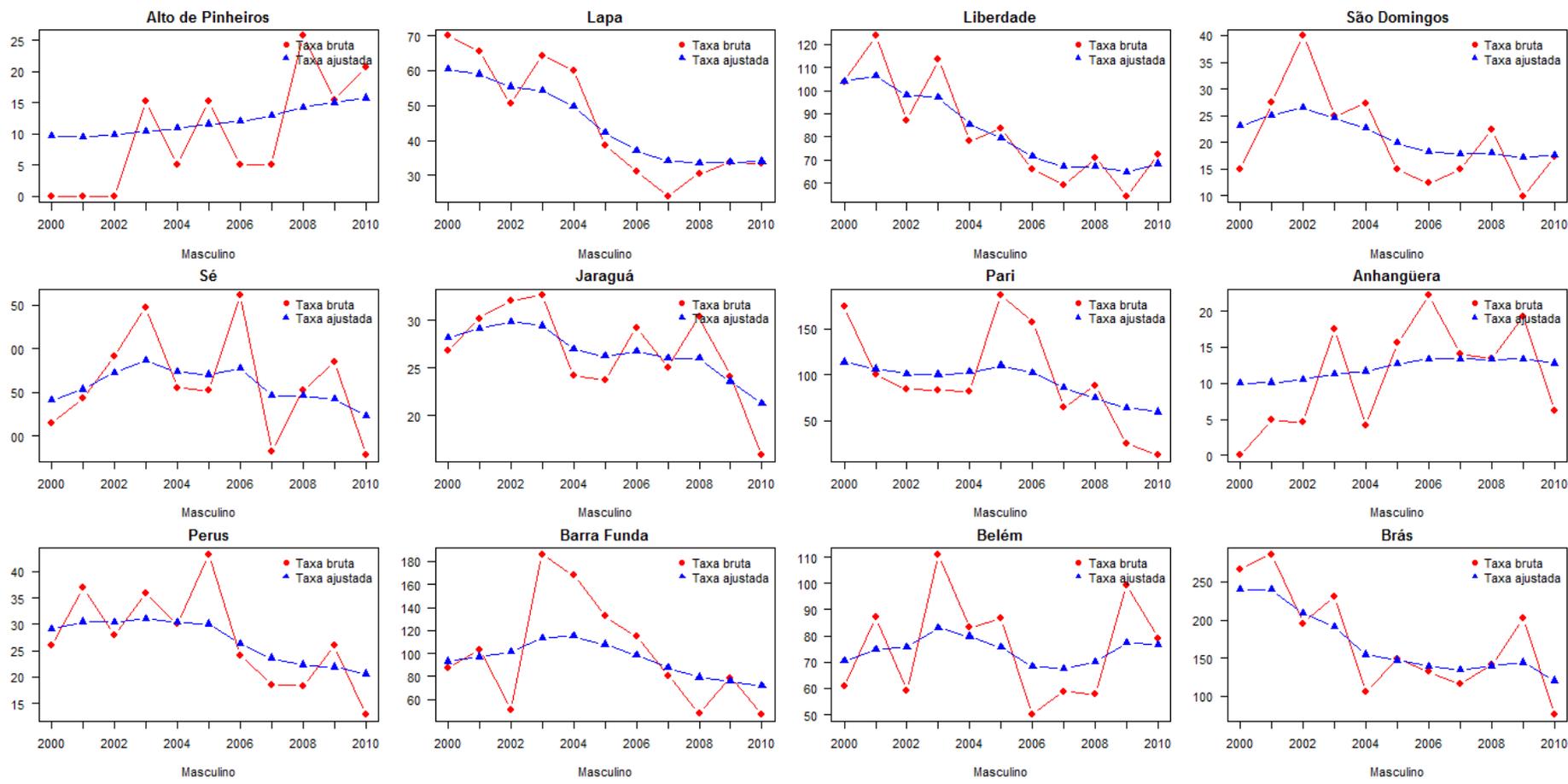


Figura 54: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

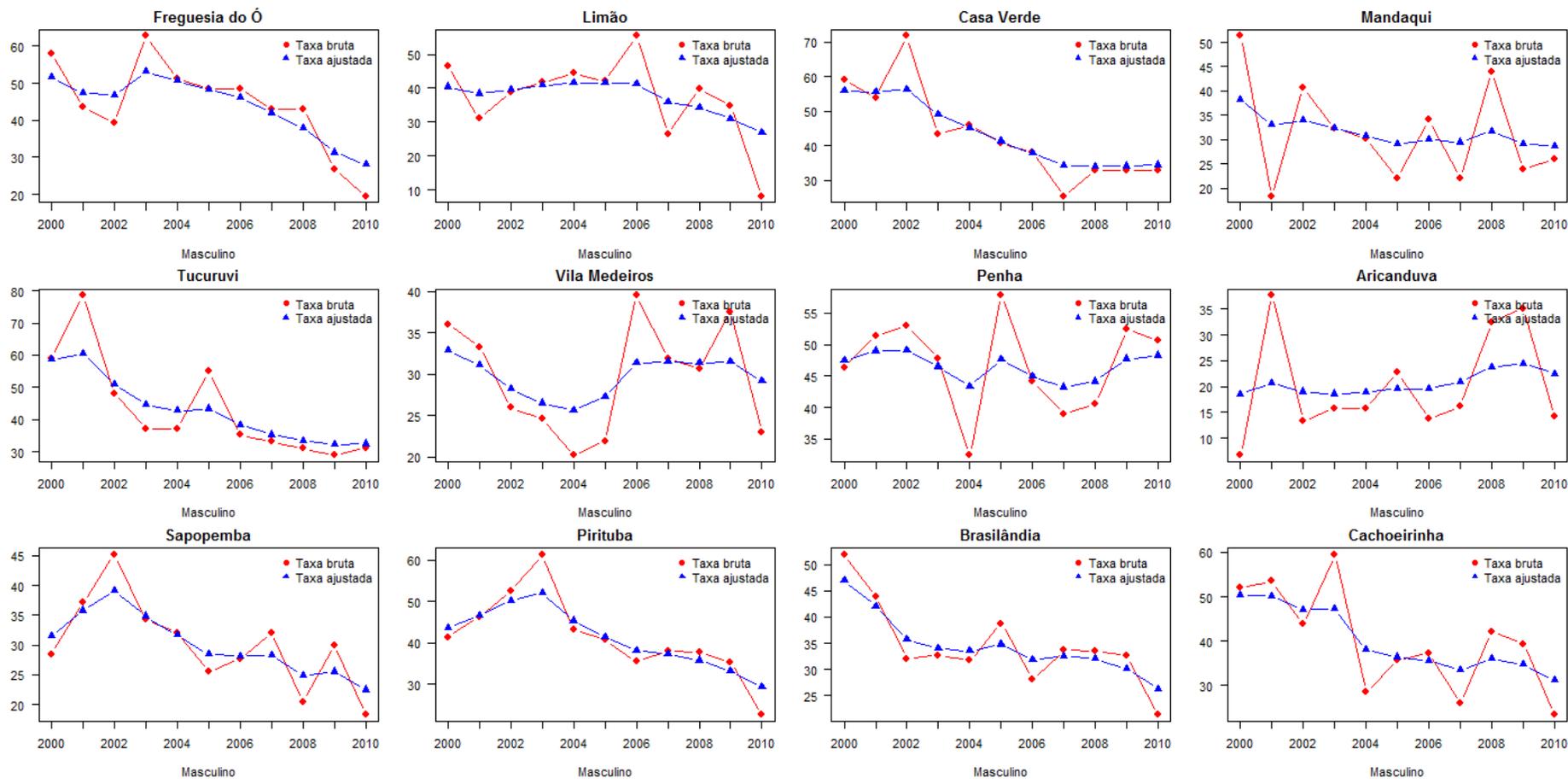


Figura 55: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

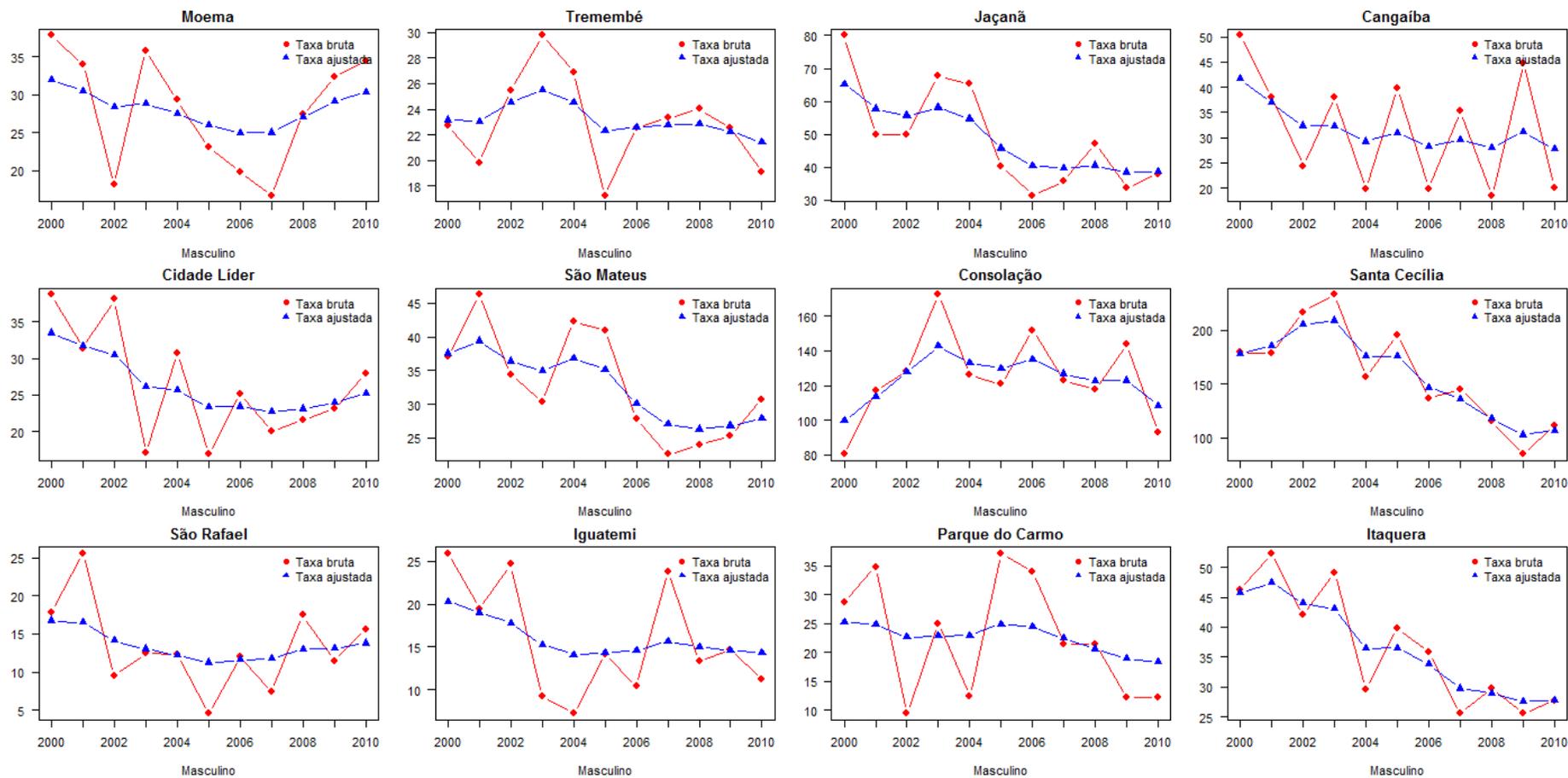


Figura 56: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

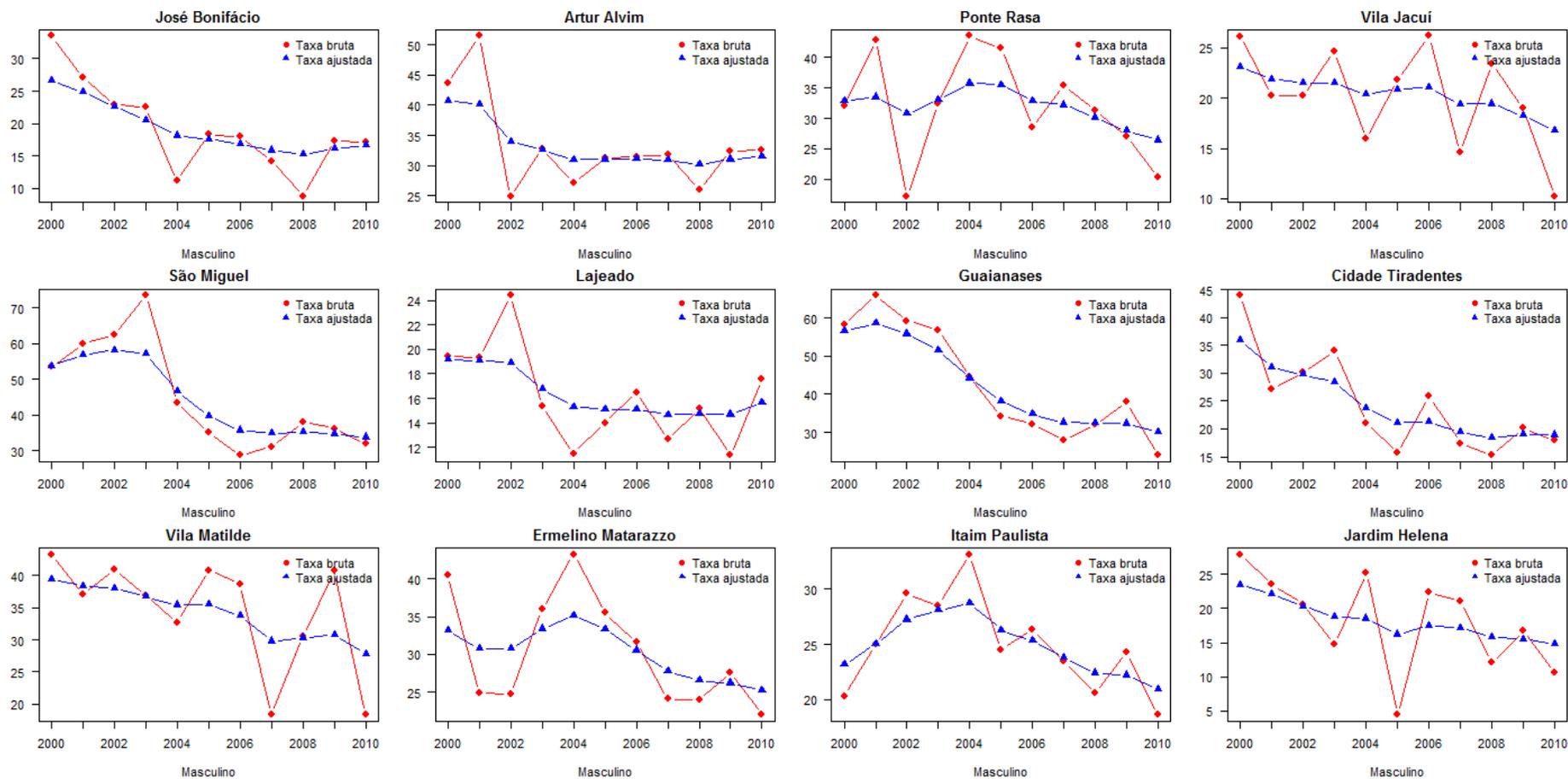


Figura 57: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

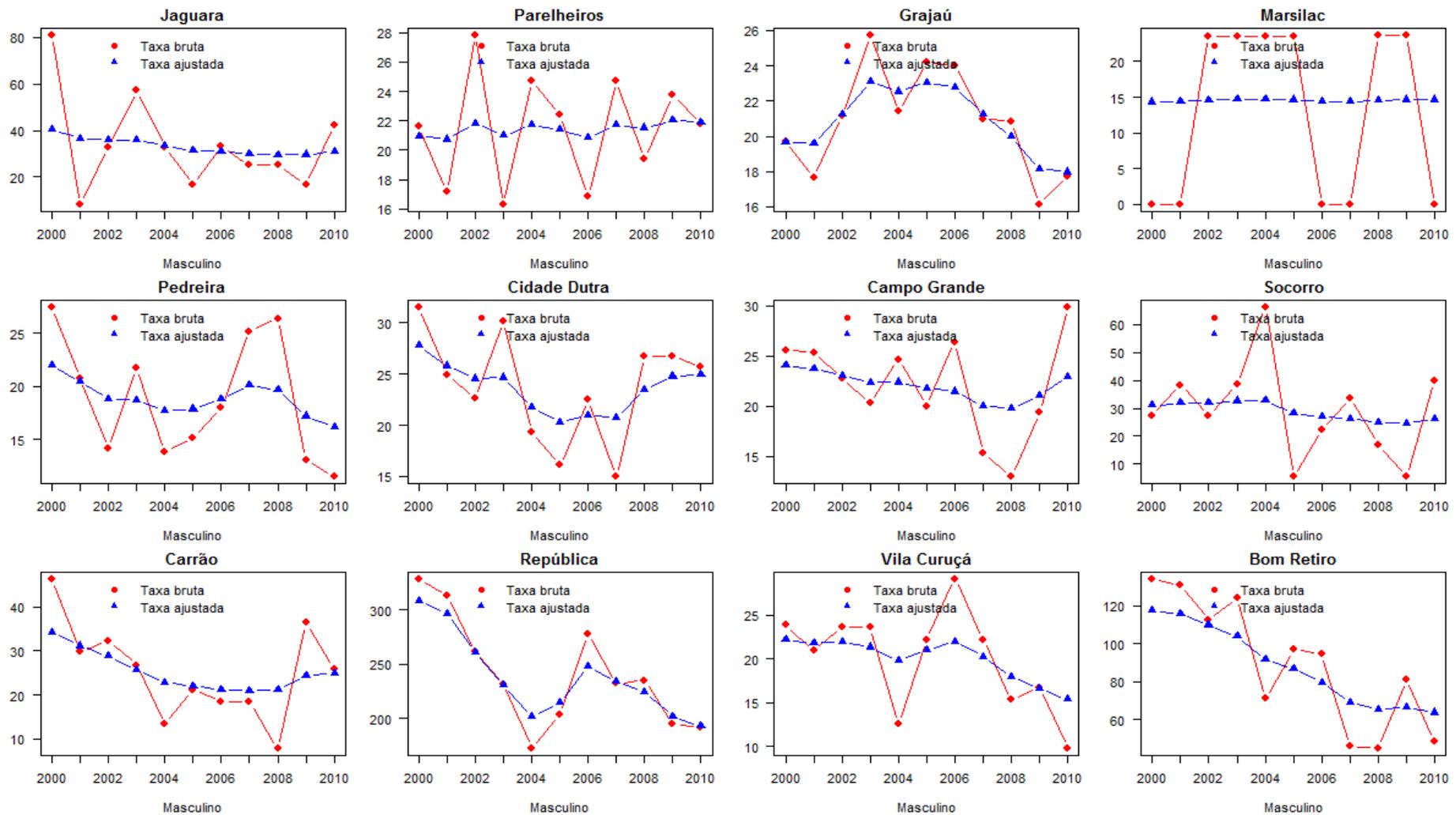


Figura 58: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo Masculino.

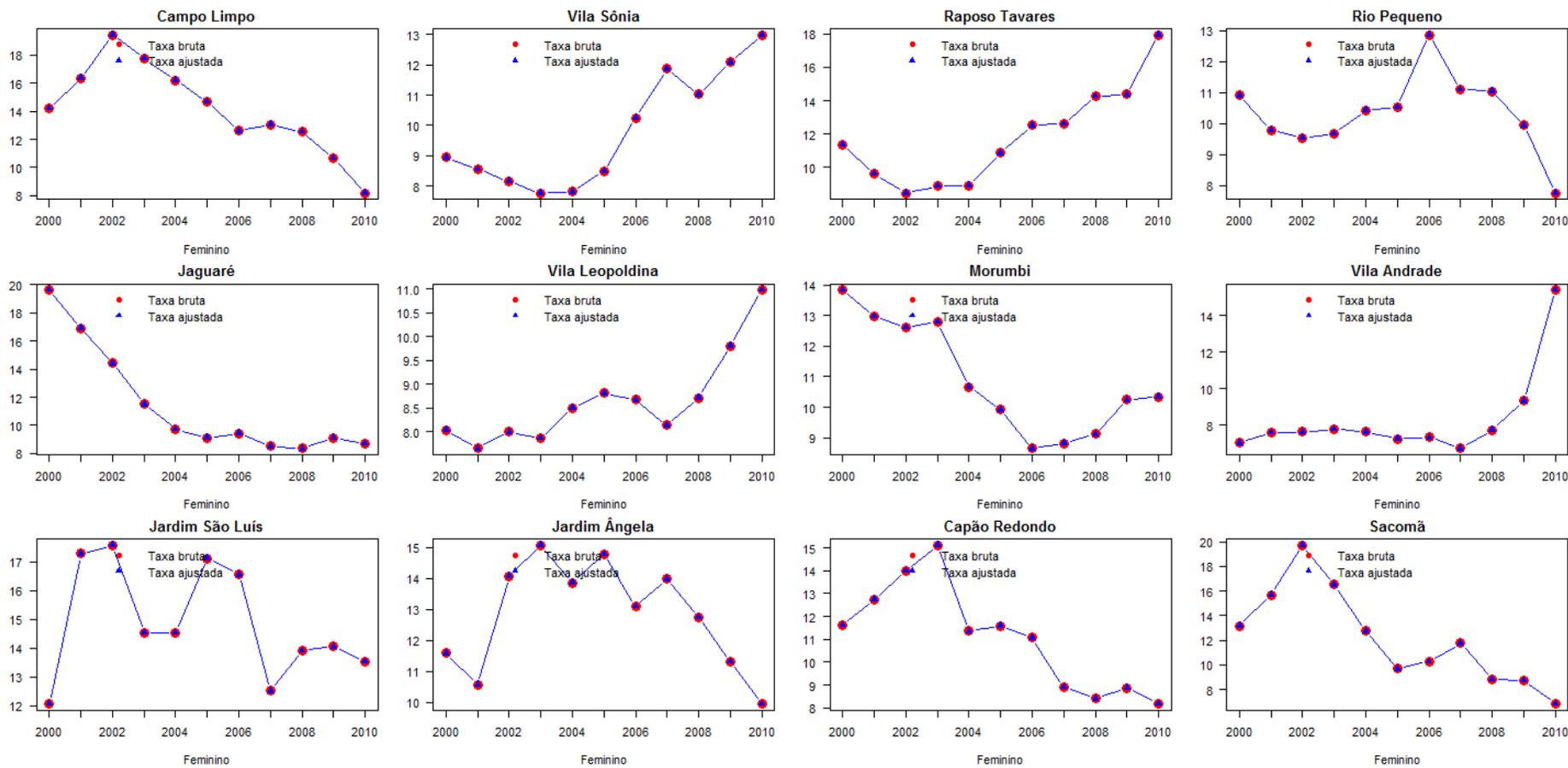


Figura 59: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

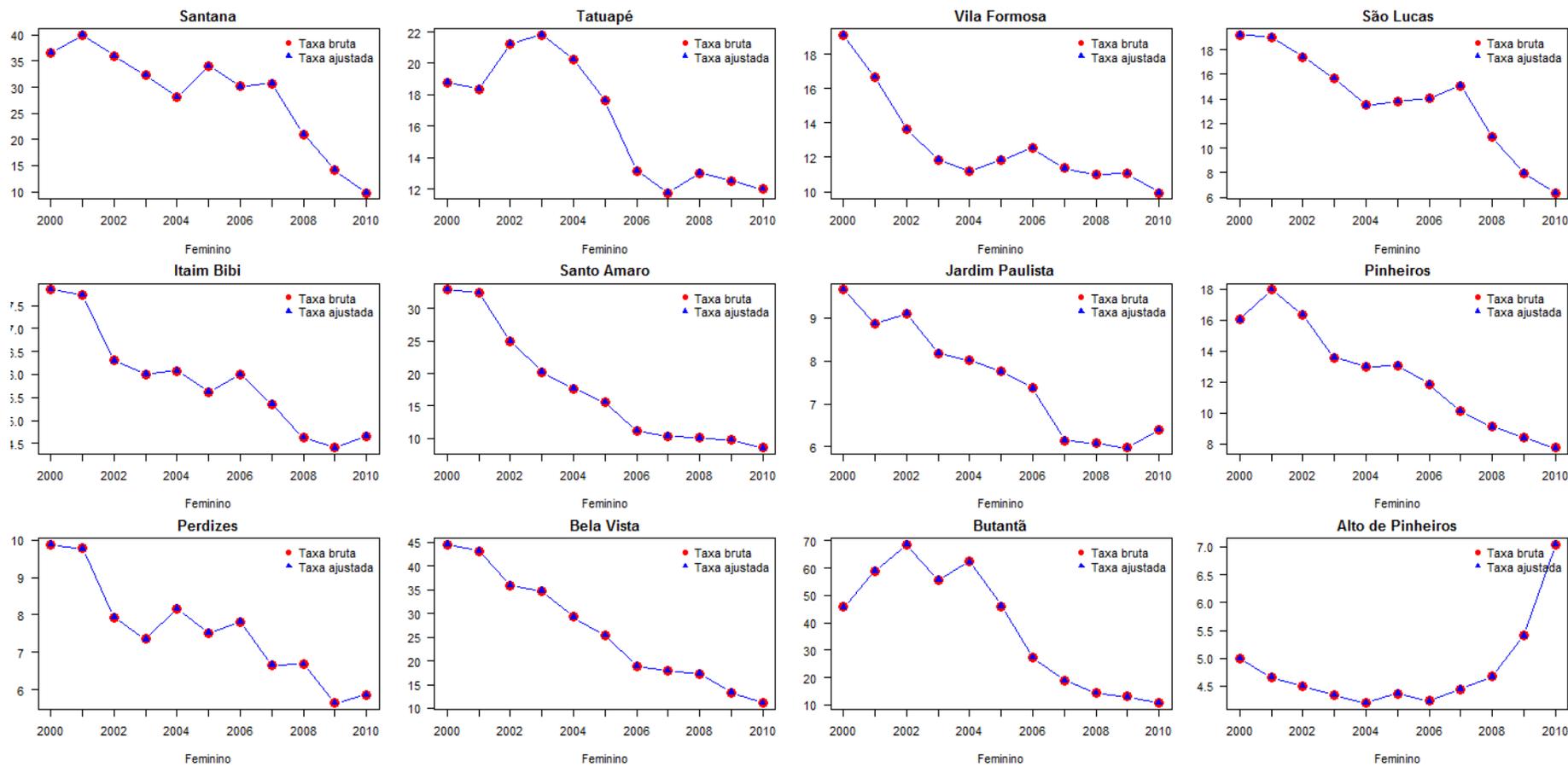


Figura 60: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

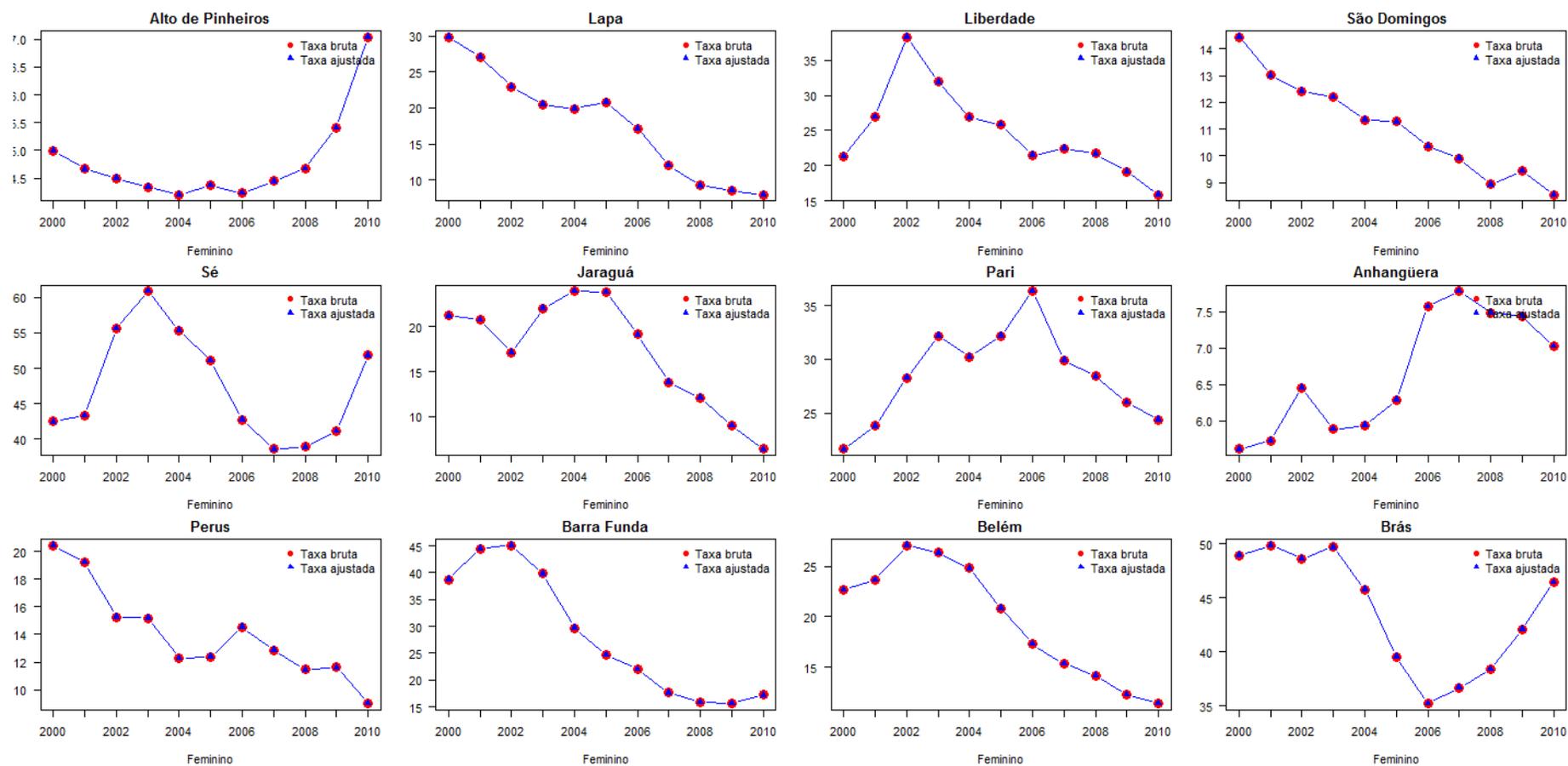


Figura 61: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

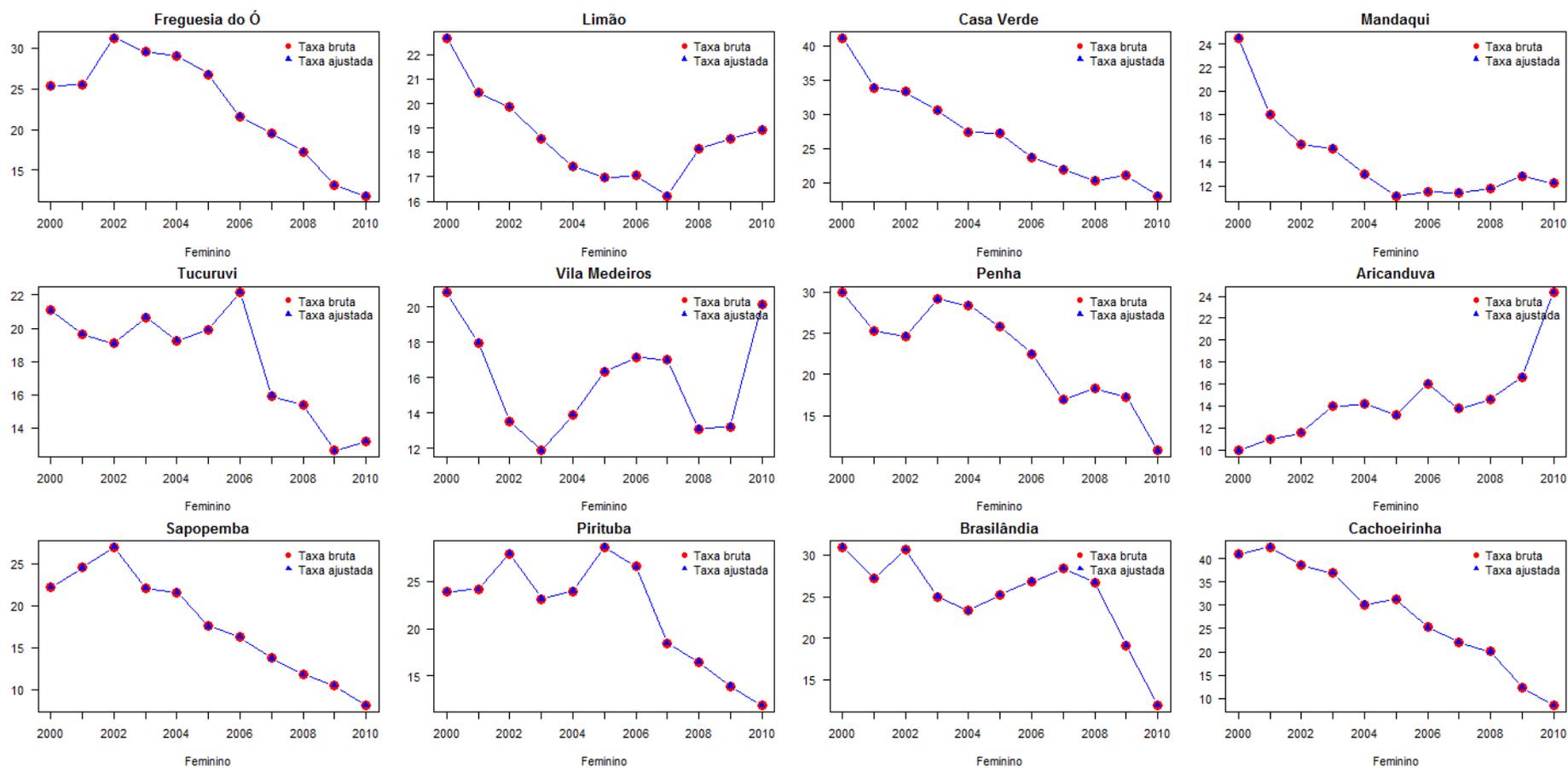


Figura 62: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

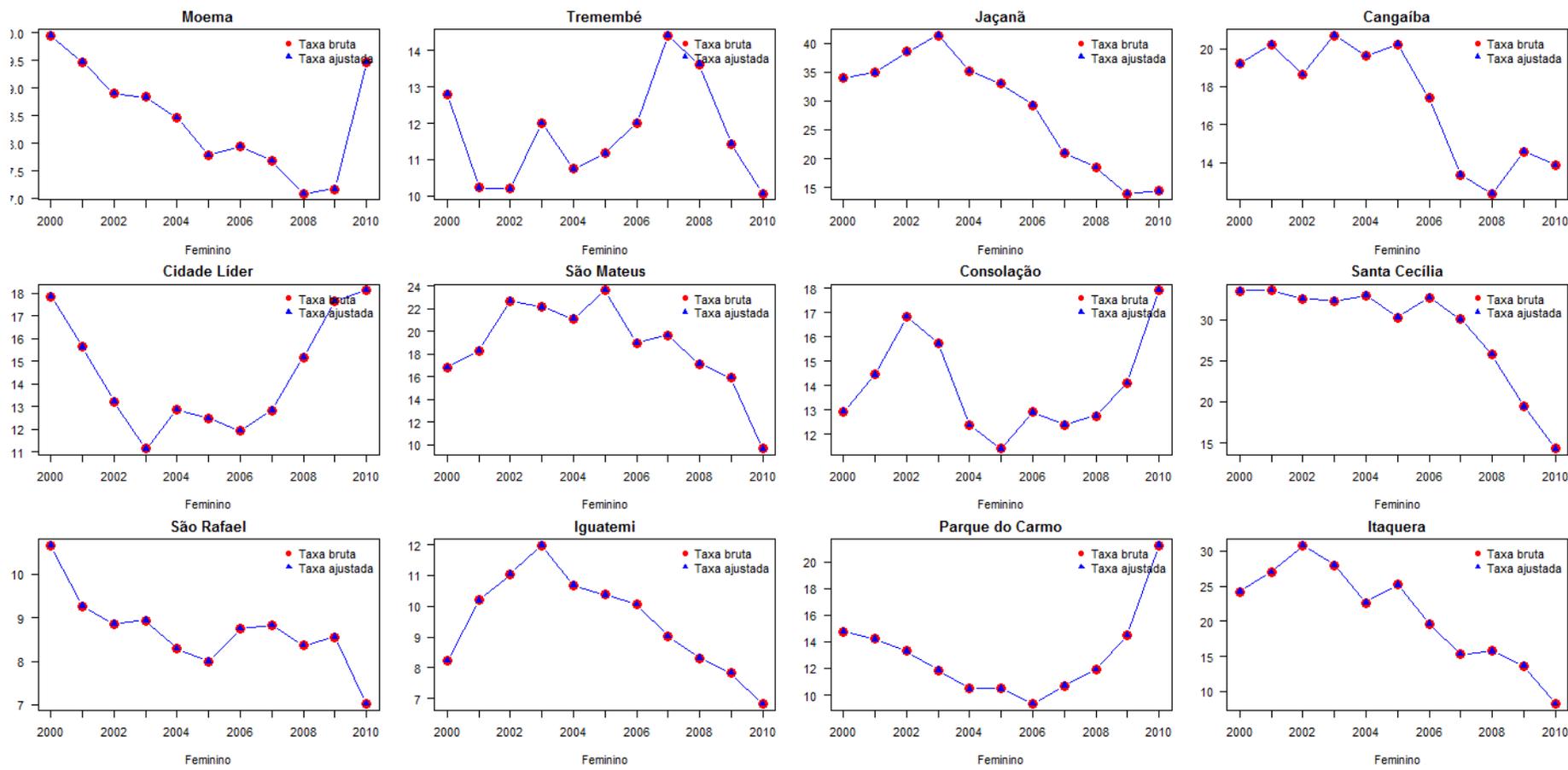


Figura 63: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

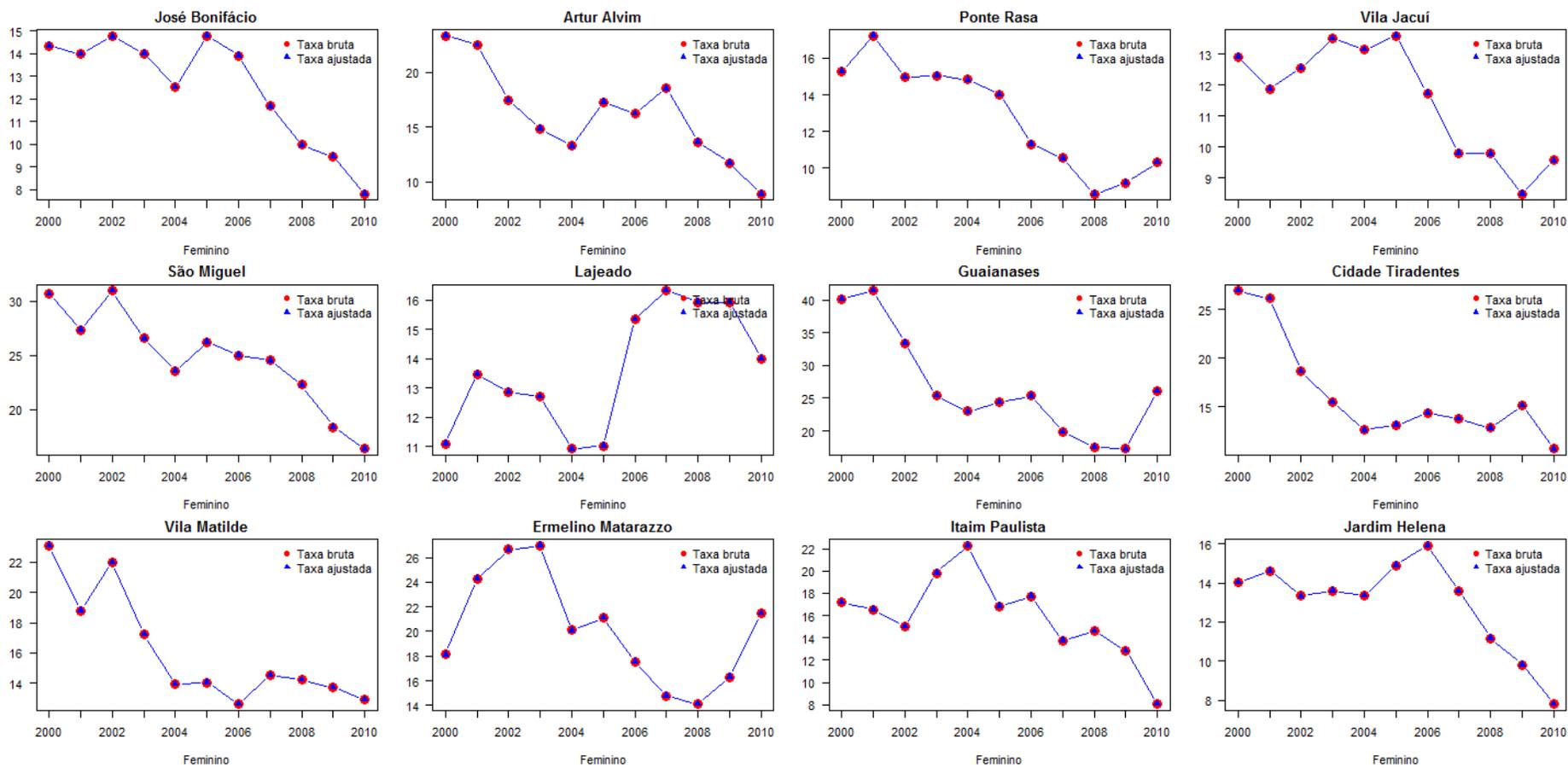


Figura 64: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

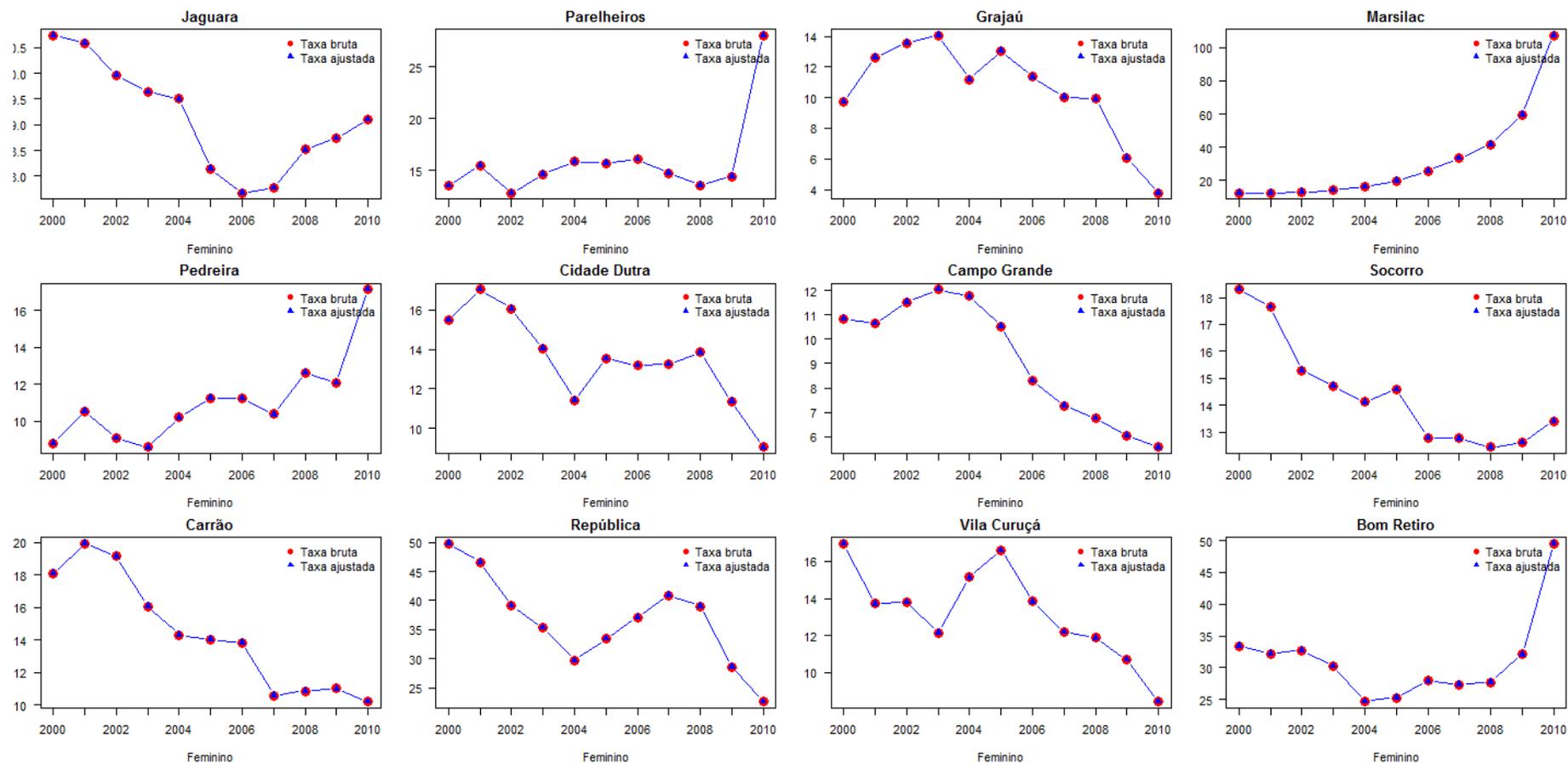


Figura 65: Evolução temporal das taxas, por distritos administrativos, sexo feminino.

C - CÓDIGOS DO OPENBUGS

Modelo 1

```
model
{
for (i in 1:96) {   ### distritos
  for (j in 1:2) {   ###sexo ( 1= M e 2=F)
    for (t in 1:11) {   ###t=anos ( 2000-2010)

      y[i,j,t] ~ dpois(mu[i,j,t])
      log(mu[i,j,t]) <- log(N[i,j,t]) + logrisco[i,j,t]
      logrisco[i,j,t] <- alpha0 + alpha[j,i] + W[i,j,t]

risco[i,j,t] <- 100000*exp(logrisco[i,j,t])

    }}}

for (i in 1:96) {
for (t in 1:11) {

ratio[i,t] <- risco[i,2,t] / risco[i,1,t]   ###Razão F/M
}}

alpha[1:2,1:96] ~ mv.car(adj[], weights[], num[], omega[,])

omega[1:2,1:2] ~ dwish(R[ , ], 2)
sigma.esp[1:2,1:2] <- inverse(omega[ , ])
sigma.el[1] <- sqrt(sigma.esp[1, 1])
sigma.el[2] <- sqrt(sigma.esp[2, 2])
corr <- sigma.esp[1, 2] / (sigma.el[1] * sigma.el[2])

for (i in 1:96) {
  W[i, 1, 1:11] ~ dnorm(m[1:11],precision1[1:11,1:11])
  W[i, 2, 1:11] ~ dnorm(m[1:11],precision2[1:11,1:11])
}

  for (t in 1:11) {
    for (k in 1:11) {
      sigma1[t,k] <- theta[1,1] * exp(-theta[1,2]*abs(ano[t]-ano[k]))
      sigma2[t,k] <- theta[2,1] * exp(-theta[2,2]*abs(ano[t]-ano[k]))
    }}

precision1[1:11,1:11] <- inverse(sigma1[1:11,1:11])
precision2[1:11,1:11] <- inverse(sigma2[1:11,1:11])

alpha0 ~ dflat()
tau.alpha ~ dgamma(.5,.0005)
theta[1,1] ~ dunif(0,50)
theta[2,1] ~ dunif(0,50)
theta[1,2] ~ dunif(0,50)
theta[2,2] ~ dunif(0,50)

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

Modelo 2

```
model
{
for (i in 1:96) { # 96 regiões
for (s in 1:2) { # sexo ( 1= M e 2=F)
for (t in 1:11) { # tempos ( 2000-2010)

y[i,s,t] ~ dpois(mu[i,s,t])
log(mu[i,s,t]) <- log(N[i,s,t]) + logrisco[i,s,t]
logrisco[i,s,t] <- alpha[s,t] + w[s,i] +
beta[s,t]*(x[i]-mean(x[]))

risco[i,s,t] <- 100000*exp(logrisco[i,s,t])

}}

for (i in 1:96) {
for (t in 1:11) {

ratio[i,t] <- risco[i,2,t] / risco[i,1,t]
```

Modelo 3

```
model
{
for (i in 1:96) { # 96 regiões
for (s in 1:2) { # sexo ( 1= M e 2=F)
for (t in 1:11) { # tempos ( 2000-2010)

y[i,s,t] ~ dpois(mu[i,s,t])
log(mu[i,s,t]) <- log(N[i,s,t]) + logrisco[i,s,t]
logrisco[i,s,t] <- alpha[s,t] + w[s,i] +
beta[s,x[i]]

risco[i,s,t] <- 100000*exp(logrisco[i,s,t])

}}

for (i in 1:96) {
for (t in 1:11) {

ratio[i,t] <- risco[i,2,t] / risco[i,1,t]    ###Razão F/M
```