UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO

DAIANE LEITE DA ROZA

**Padrões espaço-temporais da incidência da tuberculose em
Ribeirão Preto, SP: uso de um modelo bayesiano auto-
regressivo condicional**

Ribeirão Preto - SP
2011

DAIANE LEITE DA ROZA

**Padrões espaço-temporais da incidência da tuberculose em
Ribeirão Preto, SP: uso de um modelo bayesiano auto-
regressivo condicional**

VERSÃO CORRIGIDA

O original encontra-se disponível na unidade que aloja o Programa de Pós-Graduação em
Saúde na Comunidade

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Saúde na Comunidade

Linha de Pesquisa: Métodos Quantitativos em Saúde

Orientador: Prof. Dr. Edson Zangiacomi Martinez

Ribeirão Preto - SP
2011

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

Ficha Catalográfica

Roza, Daiane Leite da

Padrões espaço-temporais da incidência da tuberculose em Ribeirão Preto, SP: uso de um modelo bayesiano auto-regressivo condicional, 2011

115 p.:il.; 30 cm

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

Orientador: Martinez, Edson Zangiacomi

1. Estudo Ecológico. 2. Métodos Bayesianos. 3. Tuberculose.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Roza, Daiane Leite da

Padrões espaço-temporais da incidência da tuberculose em Ribeirão Preto, SP: uso de um modelo bayesiano auto-regressivo condicional.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Saúde na Comunidade.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

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

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

À minha mãe

“O amor de mãe é o combustível que permite a um ser humano fazer o impossível”

Marion C. Garretty

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Meu agradecimento especial é para meu admirável orientador

Prof. Dr. Edson Zangiacomi Martinez

Ser humano de caráter extraordinário, profissional de extrema competência, digno de imensa admiração. Obrigada pela confiança depositada em meu trabalho, pelo saber transmitido em

toda trajetória, pela orientação segura, pelo incentivo de meus acertos e pela paciência e compreensão de meus erros, pela simples palavra de carinho e conforto no momento certo.

Obrigada por me ajudar a levantar em todos os momentos nos quais eu pensei em desistir, obrigada por não ter me deixado desistir, por me encorajar e principalmente por dizer sempre,

fique calma tudo vai dar certo! Obrigada por ter me transmitido muito mais que ensinamentos acadêmicos, aprendi com seu exemplo de caráter, honestidade, humildade, solidariedade e principalmente a sabedoria, intrínsecos somente aos verdadeiros mestres.

AGRADECIMENTOS

Foram muitos que me ajudaram nesta dissertação, tenho certeza que não conseguirei agradecer a todos, mas algumas pessoas marcaram mais, sendo assim...

Agradeço aos Professores Altacílio, Maria do Carmo, Jorge e Edson que tão gentilmente dividiram sua sala comigo para que fosse possível a redação desta dissertação.

Agradeço as contribuições valiosas dos professores Aparecida Doniseti, Laércio e Maria do Carmo em minha banca de qualificação.

Agradeço ao carinho, compreensão e amizade de todos os meus amigos que passaram e aos que estão no CEMEQ.

Agradeço a todos do Departamento de Medicina Social que tanto me ajudaram.

Agradeço aos coordenadores das unidades básicas de saúde que tão gentilmente me receberam e me ajudaram no mapeamento de cada região.

Agradeço a divisão epidemiológica do município de Ribeirão Preto que permitiu a utilização dos dados, em especial as enfermeiras Maria Elvira e Luzia Márcia.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Agradeço à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - FAPESP pelo auxílio financeiro.

E a todos que acreditaram na relevância deste estudo.

“A paciência é uma virtude.”

RESUMO

ROZA, D. L. **Padrões espaço-temporais da incidência da tuberculose em Ribeirão Preto: uso de um modelo auto-regressivo condicional**. 2011. 115p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

Neste trabalho foram utilizados modelos de regressão espaço-temporais bayesianos para estimar a incidência de TB em Ribeirão Preto (anos de 2006 a 2009) por área de abrangência de unidades de saúde, associando-a a covariáveis de interesse (IPVS, Renda e Educação predominantes naquelas áreas). O método baseia-se em simulações MCMC para estimar as distribuições *a posteriori* das incidências de TB em Ribeirão Preto. Como resultado, temos mapas que mostram mais claramente um padrão espacial, com estimativas mais suavizadas e com menos flutuações aleatórias. Observamos que as áreas com as mais altas taxas de incidência também possuem índice de vulnerabilidade social médio e alto. Em relação à renda, a faixa salarial predominante dos responsáveis pelo domicílio nestas regiões é entre 0 e 3 salários mínimos e o nível de escolaridade predominante dos chefes do domicílio nestas regiões é o ensino fundamental. Os resultados dos modelos bayesianos analisados nos evidenciam que com o aumento da vulnerabilidade social aumentamos significativamente a incidência de TB em Ribeirão Preto. Nas áreas onde a vulnerabilidade é alta a incidência de TB chega a quase 15 vezes a incidência das áreas sem vulnerabilidade. Houve um aumento significativo em relação à incidência de tuberculose em Ribeirão Preto durante os anos estudados, sendo as maiores incidências registradas no ano de 2009. O uso de mapas facilitou a visualização de áreas que merecem uma atenção especial no controle da TB, além disso, a associação da doença com renda, escolaridade e vulnerabilidade social trazem subsídios para que os gestores responsáveis pelo planejamento do município planejem intervenções com uma atenção especial a estas áreas, reunindo esforços para a redução da pobreza e da desigualdade social, alternativas para uma melhor distribuição de renda e melhorar o acesso ao saneamento básico dentre outras prioridades.

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

ABSTRACT

ROZA, D. L. **Spatio-temporal patterns of tuberculosis incidence in Ribeirão Preto: using a conditional autoregressive model.** 2011. 115p. Dissertation (Master degree) - Faculty of Medicine of Ribeirão Preto, University de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

In this study we used Bayesian space-temporal regression models to estimate the incidence of TB in Ribeirão Preto, SP (years 2006 to 2009) by the coverage area of health units, associating it with the covariates of interest (IPVS, Income and Education predominant those areas). The method is based on MCMC simulations for estimate the posterior distributions of TB incidence in Ribeirão Preto. As a result, we have maps that show a spatial pattern more clearly, with estimates smoother and less random fluctuations. We observed that the areas with the highest incidence rates also have medium and high social vulnerability index. Concerning income, the prevailing salary range of household heads in these regions is between 0 and 3 minimum wages and the prevailing level of education of household heads in these regions is the elementary school. The results of the models in Bayesian analysis show that with increasing social vulnerability significantly increased the incidence of TB in Ribeirão Preto. In areas where vulnerability is high incidence of TB is nearly 15 times the incidence of areas without vulnerability. There was a significant increase in the incidence of tuberculosis in Ribeirão Preto during the years studied, the highest incidence recorded in 2009. The use of maps improved visualization of areas that deserve special attention for TB control, in addition, the association of disease with income, education and social vulnerability that bring benefits to the managers responsible for planning the municipality to plan interventions with special attention these areas, uniting efforts to reduce poverty and social inequality, alternatives to improve income distribution and improve access to basic sanitation among other priorities.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 -	Coeficiente de Incidência de TB em Ribeirão Preto nos anos de 1998 a 2009.....	22
Figura 3.1 -	Localização do Município de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo.....	32
Figura 3.2 -	Divisão da área urbana do Município de Ribeirão Preto em 44 delimitações geográficas e em verde a área rural.....	35
Figura 3.3 -	Divisão da área urbana do Município de Ribeirão Preto em 44 delimitações geográficas, sobrepostas aos 651 setores censitários definidos pelo IBGE para o Censo Demográfico de 2000.....	36
Figura 3.4 -	Mapa dos distritos de saúde de Ribeirão Preto, SP.....	37
Figura 3.5 -	Mapa da distribuição da população (número de habitantes) por setor censitário e por áreas de saúde.....	41
Figura 3.6 -	Mapa da distribuição do IPVS por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.....	47
Figura 3.7 -	Mapa da distribuição da Renda por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.....	48
Figura 3.8 -	Mapa da distribuição da Educação por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.....	49
Figura 4.1 -	Ajuste do modelo 3.2 em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados da incidência de TB (100 mil habitantes) em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média da incidência de casos de TB (100 mil habitantes), e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.....	62
Figura 4.2 -	Mapas das taxas de incidência de TB Bruto (A) e Ajustado (B) para os anos: 2006, 2007, 2008 e 2009. As legendas referem-se ao número de novos casos de TB a cada 100 mil habitantes.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 -	Áreas em estudo. Em negrito, destaca-se a UBDS de cada distrito.....	38
Tabela 3.2 -	Estimativas do número populacional para o município de Ribeirão Preto, SP.....	40
Tabela 4.1 -	Casos confirmados de TB segundo ano de diagnóstico, indivíduos residentes em Ribeirão Preto, SP.....	59
Tabela 4.2 -	Modelos espaço-temporais propostos.....	60
Tabela 4.3 -	Modelos espaço-temporais propostos com o modelo 3.2.....	60
Tabela 4.4 -	Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	64
Tabela 4.5 -	Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	65
Tabela 4.6 -	Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	66
Tabela 4.7 -	Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	67
Tabela 4.8 -	Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	68
Tabela 4.9 -	Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.....	69

LISTA DE SIGLAS

AIC	Akaike's Information Criterion
AIDS	Síndrome da Imunodeficiência Adquirida
CAR	Conditional Autoregressive
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DIC	Deviance Information Criterion
DOTS	Directly Observed Therapy Short-course
FAPESP	Fundação de Amparo á Pesquisa do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social
MCMC	Monte Carlo em Cadeia de Markov
OMS	Organização Mundial da Saúde
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SINAN	Sistema de Informações de Agravos e Notificações
TB	Tuberculose
UBDS	Unidades Básicas Distritais de Saúde
UBS	Unidades Básicas de Saúde
USF	Unidade Saúde da Família

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	25
2.1 Objetivo do estudo	27
2.2 Justificativa do estudo	27
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Tipo do Estudo.....	31
3.2 Período do Estudo	31
3.3 Local do Estudo.....	32
3.4 Construção do Mapa	33
3.5 Critérios de Inclusão e Exclusão da população em estudo	39
3.6 População do Estudo	40
3.7 Variáveis do Estudo e sua Fontes	42
3.8 Aspectos Éticos	50
3.9 Análise dos dados	50
4. RESULTADOS	57
5. DISCUSSÃO.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
APÊNDICES	87
Apêndice A – Sumário a posteriori assumindo o modelo com efeito espacial e covariável IPVS e convergência do modelo	89
Apêndice B – Código WinBUGS para o Modelo 1	103
Apêndice C - Código WinBUGS para o Modelo 2	104
Apêndice D - Código WinBUGS para o Modelo 3.1 e 3.2	105
Apêndice E - Código WinBUGS para o Modelo 4.1 a 4.4.....	106
Apêndice F - Código WinBUGS para o Modelo 5.....	107
Apêndice G – Tabela da incidência de casos de TB em Ribeirão Preto nos anos de 2006 a 2009	108
Apêndice H – Tabela da média ajustada da incidência de casos de TB pelo melhor modelo para Ribeirão Preto nos anos de 2006 a 2009	110
ANEXO	113
Anexo A - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	115

APRESENTAÇÃO

O interesse por estudos que envolvem análise espacial me acompanha desde o terceiro ano do curso de graduação em Estatística, em 2005. Durante o curso tive a oportunidade de participar de um projeto de pesquisa, cujo foco foi a região do Pontal do Paranapanema (oeste do estado de São Paulo), nesse Grupo de estudos o SIG-PONTAL da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP, tive um projeto de Iniciação Científica financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2006-2007) com o título “Avaliação da Eficácia de Símbolos Cartográficos em Atlas Interativos do Pontal do Paranapanema”. Essa experiência possibilitou desenvolver atividades de pesquisa em colaboração com outros pesquisadores do Grupo e, por se tratar de um projeto temático e multidisciplinar, cursei algumas disciplinas do curso de graduação em Engenharia Cartográfica. Essas atividades me permitiram conhecer melhor a análise espacial.

Com esse conhecimento adquirido resolvi continuar meus estudos nesta área, porém, com técnicas estatísticas agregadas a análise espacial. Desta forma, em 2007 desenvolvi o projeto de pesquisa Análise de Agrupamentos Espaciais como trabalho de conclusão de curso.

Na busca em aprofundar meu conhecimento e aproximar-me do contexto da bioestatística, após a graduação vim estagiar no CEMEQ (Centro de Métodos Quantitativos) da FMRP/USP, aonde aprendi muito sobre análise de dados clínicos e onde tive a oportunidade de conhecer e trabalhar com os professores Edson e Jorge. As atividades desenvolvidas junto ao CEMEQ me trouxeram grandes conhecimentos sobre pesquisa. E meu trabalho realizado junto a este centro envolve mais que análises estatísticas, mas trouxe-me a oportunidade de conhecimento em diversas áreas da saúde bem como ministrar cursos e aulas a um público com interesse em estatística. Assim, meu interesse em continuar nesta área só aumentou e, em meados de 2008, comecei a preparação deste projeto de mestrado. Preparei-me e no final de 2008 fui aprovada no processo seletivo do mestrado em saúde na comunidade do Departamento de Medicina Social da FMRP/USP e meu projeto recebeu financiamento pela CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Após aprovação no processo seletivo, no primeiro semestre de 2009 cursei 41 créditos, dos 30 obrigatórios para o curso de Mestrado. Os créditos cursados ofereceram

subsídios para ajustes do projeto e ampliação da revisão da literatura. No segundo semestre após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FMRP/USP, protocolo 11304/2009, realizei a coleta de dados junto à divisão epidemiológica da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto referente aos casos de tuberculose no município nos anos de 2006 a 2009. Assim com os dados em mãos iniciei a elaboração dos modelos bayesianos com efeito espaço-temporal.

No final de 2010 fui convidada a lecionar aulas de estatística em uma faculdade particular de Ribeirão Preto, e atualmente tenho colocado em prática o aprendizado adquirido durante o curso de mestrado, principalmente o conhecimento adquirido com a preparação pedagógica e o estágio PAE – Programa de Aperfeiçoamento de Ensino.

No primeiro semestre de 2011 iniciei a preparação de um projeto de doutorado, preparei-me e em junho fui aprovada no processo seletivo para o doutoramento, no qual inicio logo após a defesa dessa dissertação.

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

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

Muitos autores (Petthe et al, 2001, Gandy & Zumla, 2002 e Burgos & Pym, 2002) têm afirmado que a tuberculose (TB) continua sendo a principal causa mundial de morte por um único agente infeccioso, o *Mycobacterium tuberculosis*, com cerca de 3 milhões de óbitos e 10 milhões de novos casos estimados a cada ano (Petthe et al, 2001). Estima-se que uma em cada três pessoas em todo o mundo receberiam um resultado positivo em um teste cutâneo para a infecção, ou seja, seriam portadoras da bactéria (Russel, 2010). A TB está fortemente associada com a pobreza (Spence et al, 1993), à má distribuição de renda, urbanização, ao crescimento dos casos da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) (Vendramini et al, 2005) e determinantes socioeconômicos tais como a desnutrição e deficiências de micronutrientes (Koyanagi et al, 2004).

Diante disso, a Organização Mundial da Saúde (OMS) vem criando estratégias para o controle e erradicação da TB. Em 1993, a OMS declarou a situação da TB como estado de emergência mundial, apresentando um conjunto de medidas denominado *Stop TB* (Raviglione e Uplekar, 2006), com o cumprimento de metas que contemplam a redução da incidência e redução em 50% da prevalência e mortalidade por TB, e, até 2050, eliminar a TB como problema de saúde pública (Teixeira, 2006). Em 1998 foi estabelecido uma estratégia para o cumprimento do Plano *Stop TB* (WHO, 2006) a estratégia *Directly Observed Therapy Short-course (DOTS)* (WHO, 1999), um tratamento diretamente observado que visa favorecer a adesão do doente e assegurar a conclusão do tratamento (Cardozo Gonzáles et al, 2008). Esta estratégia tem como objetivos: detecção de casos pela microscopia; regime de tratamento padronizado de, no mínimo, seis a oito meses para todos os casos confirmados a partir de testes positivos de secreção, com tratamento diretamente observado pelo menos nos dois primeiros meses; provisão regular de todos os medicamentos antituberculosstáticos; sistema padronizado e eficiente de registro e notificação de dados; e compromisso político no suporte financeiro na detecção de casos e atividades de controle da doença (Organização Panamericana de Saúde, 1997; Rodrigues et al, 2008).

No Brasil, a TB é um importante problema de saúde pública com aproximadamente 90.000 casos relatados anualmente (Dalcomo, 1996). Integra o grupo dos 22 países que concentram 80% dos casos de tuberculose registrados no mundo (Borgdorff, 2010), ocupando a 15ª posição. Em 2004, o coeficiente de incidência de TB era de 41 novos casos para cada 100.000 habitantes (Bierrenbach et al, 2007), sendo esta incidência muito

alta em áreas urbanas tais como os estados do Rio de Janeiro (120/100.000) e São Paulo (80/100.000) (Spindola et al, 2001). Em 1995, Ribeirão Preto foi incluída entre os 25 municípios prioritários para o controle da tuberculose no estado de São Paulo (Muniz & Villa, 2002). Neste mesmo ano, o coeficiente anual médio da incidência de TB foi de 57,19 para cada 100.000 pessoas (Muniz & Villa, 2002). Depois da implantação de ações como a estratégia DOTS (Vendramini et al, 2005), o coeficiente de incidência de TB em Ribeirão Preto diminuiu para 39,68, 35,73, 30,23 e 28,73 casos por 100.000 habitantes, respectivamente, para os anos de 2001, 2002, 2003 e 2004 segundo dados do SINAN (Sistema de Informações de Agravos e Notificações).

A implantação da estratégia DOTS em Ribeirão Preto aconteceu em 1998. Desde então as incidências de TB, segundo dados do SINAN, foram decrescendo ano a ano. Porém, as incidências vêm aumentando desde 2005, conforme Figura 1.1.

Figura 1.1. Coeficiente de Incidência de TB em Ribeirão Preto nos anos de 1998 a 2009.

Fonte: SINAN e IBGE.

O uso de técnicas de análise espacial (Gesler, 1986) para o mapeamento geográfico da distribuição de casos de TB tem sido considerado por muitos autores (Alvarez-Hernández et al, 2010, Touray et al, 2010 e Maciel et al, 2010). Os métodos de análise espacial na saúde pública vêm sendo usados principalmente em estudos ecológicos, com o intuito de detectar conglomerados espaciais ou espaço-temporais, na avaliação e no monitoramento ambiental aplicados no planejamento e na avaliação de uso de serviços de

saúde (Elliot et al, 2004; Bailey, 2001). Nestes estudos, ao modelar dados de natureza espacial sobre a incidência de TB, verificou-se que os casos da doença tendem a se reunir em determinados locais (Munch et al, 2003). Assim, a identificação de áreas com diferentes riscos para a TB permite que o sistema público de saúde trabalhe com as características de cada região e priorize as que apresentam maior incidência da doença (Vendramini et al, 2005).

Estudos ecológicos da ocorrência de TB em Ribeirão Preto foram conduzidos por Brunello et al (2011), Hino et al (2011), Hino et al (2007), Hino et al (2005a e 2005b), Santos et al (2004) e Santos et al (2002). Estes estudos mostraram que existe grande variação nos locais de ocorrência dos casos da doença no município, algumas concentrações dos casos na faixa noroeste do município e grandes concentrações de casos em áreas supostamente com níveis socioeconômicos menos favorecidos.

A demora no diagnóstico da TB pode resultar em graves manifestações da doença e maior mortalidade, pois doentes não tratados continuam a transmitir a infecção a outras pessoas, sustentando a disseminação do *Mycobacterium tuberculosis* na comunidade (Huong et al, 2007). O uso de um modelo ecológico no estudo da tuberculose tem por objetivo estudar as condições regionais, socioeconômicas e de responsabilidade social do município, ajudando administradores de saúde pública com informações sobre a dinâmica do problema da tuberculose.

Neste contexto, o presente estudo utilizou modelos estatísticos bayesianos com estrutura espaço-temporal para buscar um entendimento da distribuição geográfica dos casos de tuberculose em Ribeirão Preto, SP. Além disso, a inserção de covariáveis (renda, educação e IPVS) nestes modelos pode descrever melhor a ocorrência da doença. Este estudo difere dos trabalhos de Santos et al (2004) e Hino et al (2005) por: (a) mapear a incidência da TB em Ribeirão Preto por áreas relacionadas à abrangência de serviços públicos de saúde, e não apenas identificar pontualmente alguns locais com maior concentração de casos, e por (b) buscar associações via modelos de regressão entre a ocorrência de TB e variáveis relacionadas ao contexto de vulnerabilidade, renda e educação predominante entre os responsáveis pelos domicílios destas áreas.

Capítulo 2

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 OBJETIVOS DO ESTUDO

Avaliar a distribuição espaço-temporal da incidência da tuberculose em Ribeirão Preto, SP, entre os anos de 2006 a 2009 e a relação entre a ocorrência de novos casos da doença e variáveis como a vulnerabilidade social, a distribuição da renda e educação.

Como objetivo secundário, construir um mapa composto por limites geográficos inseridos na área urbana do município de Ribeirão Preto, que atendessem aos propósitos do presente estudo, baseado nas áreas de abrangência das UBS (Unidades Básicas de Saúde), UBDS (Unidades Básicas Distritais de Saúde) e USF (Unidade Saúde da Família).

2.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O mapeamento e o estudo dos casos de TB pode ajudar os gestores da área pública de saúde a tomar medidas de prevenção e tratamento, adotando políticas mais eficientes e centradas nos locais com maior incidência e riscos mais elevados da doença.

Capítulo 3

METODOLOGIA

3.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo epidemiológico ecológico, onde é conduzida uma análise espacial e temporal em saúde.

Um estudo ecológico tem como foco a comparação entre grupos, ao invés de indivíduos (Morgenstern, 1998). Os estudos ecológicos procuram avaliar como os contextos social e ambiental podem afetar a saúde de grupos populacionais (Medronho, 2002). Os objetivos principais de um estudo ecológico são estudar a saúde no contexto ambiental (Susser, 1994), entender como o contexto afeta a saúde de pessoas e grupos, estudar a relação entre incidência de doenças e potencializar fatores etiológicos, que expliquem as diferenças na incidência de determinado evento de saúde (Ministério da Saúde, 2007).

Segundo Susser (1994), os padrões de morbimortalidade, propagação de epidemias, transmissão sexual de doenças e a transferência de comportamentos ou valores não podem ser compreendidos somente a partir do indivíduo. As pessoas vivem em grupos e somente a análise dos grupos permite captar comportamentos, valores, ou mesmo a transmissão de infecções que ocorre nessa escala.

Para a utilização do estudo ecológico como desenho de pesquisa é necessário definir as delimitações geográficas de cada área estudada para que assim seja possível a organização de um banco de dados.

3.2 PERÍODO DO ESTUDO

Os dados utilizados nesta dissertação são referentes aos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009. Os dados referentes ao número populacional e dados referentes às classificações sócio-demográficas que compõem as covariáveis deste estudo foram obtidos por meio do CD de informações do Censo Demográfico de 2000 realizado pelo IBGE no município de Ribeirão Preto.

3.3 LOCAL DO ESTUDO

O município de Ribeirão Preto está localizado a 21° 12' 42" de latitude sul e 47° 48' 24" de longitude oeste, distante 313 quilômetros a noroeste da capital estadual e a 706 quilômetros de Brasília, conforme a Figura 3.1.

Figura 3.1. Localização do Município de Ribeirão Preto no Estado de São Paulo.

Ribeirão Preto conta com uma área total de 650 km² e população estimada em 563.107 habitantes para o ano de 2009, implicando em uma densidade demográfica de 866 habitantes por km² (IBGE, 2010). O município conta atualmente com 651 setores censitários e 44 áreas pertencentes ao nosso estudo. Ribeirão Preto é subdividido em 5 distritos (Norte, Oeste, Central, Leste e Sul) e estas delimitações geográficas são as áreas de abrangência de cada distrital de saúde. Como as delimitações geográficas eram disponíveis apenas por meio de nomes de ruas e avenidas, sem que houvesse um mapa com estas delimitações, se tornou um dos objetivos deste trabalho a construção de um mapa baseado nas áreas de abrangência das UBS (Unidades Básicas de Saúde), UBDS (Unidades Básicas Distritais de Saúde) e USF (Unidade Saúde da Família).

Os distritos de saúde são regiões delimitadas a partir de aspectos de extensão territorial e populacional, geográficos, econômicos, sociais que agrupam Unidades Básicas de Saúde (UBS), Unidades Básicas Distritais de Saúde (UBDS) e Centros de Referência em Saúde.

Desse modo o distrito de saúde considera o atendimento em saúde básica para uma área de abrangência limitada, configurada nas Unidades Básicas de Saúde, Programas

de Agentes Comunitários de Saúde, Estratégia de Saúde da Família, assim como o atendimento de média complexidade oferecido em Unidades Básicas Distritais de Saúde (Ribeirão Preto, 2005).

3.4. CONSTRUÇÃO DO MAPA

Embora muitos estudos ecológicos desenvolvidos no país utilizem os setores censitários definidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como divisões para o mapeamento da doença ou características de interesse, o uso de áreas administrativas de saúde como unidade de análise pode ser mais apropriada quando o objetivo é descrever as regiões que requerem ações prioritárias por parte do sistema municipal de saúde. Em Ribeirão Preto, o sistema municipal de saúde é organizado em regiões que são chamados de distritos de saúde. Os distritos de saúde de Ribeirão Preto estão localizados nas cinco regiões da cidade, ao norte, sul, leste, oeste e central. Em cada distrito de saúde está localizado uma Unidade Básica Distrital de Saúde (UBDS) que é a referência em algumas especialidades médicas para aquela região específica. Os distritos de saúde são também compostos por Unidades Básicas de Saúde (UBS) ou Unidades Saúde da Família (USF), que fornecem cuidados primários à população em sua área de cobertura.

Assim, a construção do mapa foi baseada na área de cobertura de cada UBS e UBDS. Os limites das áreas foram delimitados manualmente com o auxílio de um grande mapa impresso contendo ruas e regiões de Ribeirão Preto, cedido pela Secretaria de Planejamento e Gestão Pública da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, atualizado no ano de 2010. Esses limites foram definidos de acordo com as áreas de abrangência de cada unidade de saúde delimitado pela Secretaria de Saúde do município e obtidos por meio da *home page* da prefeitura. Entretanto, no município existiam diversas novas unidades de saúde, as quais ainda não constavam na *home page*. Desta forma, foi necessário agendar visitas com os coordenadores destas unidades de saúde para obtenção detalhada de informações sobre a mesma. Os limites geográficos das áreas de cobertura destas unidades foram identificados percorrendo de carro as ruas que as limitam, visando uma transposição mais precisa dos limites dos mapas. Essas áreas, já numeradas de acordo com o mapa a ser gerado, foram:

- 2. Geraldo Correia de Carvalho;

- 6. Estação do Alto;
- 16. Eugênio Mendes Lopes;
- 17. Portal do Alto e
- 18. Jardim Paiva.

Além disso, duas áreas foram divididas com o propósito de isolar o Campus da Universidade de São Paulo (USP, área número 19 no mapa) e o Campus do Centro Universitário Moura Lacerda (área número 30), dada a grande extensão das áreas onde originalmente se inseriam estes campi universitários com baixa densidade demográfica. E as áreas 32 (Jardim Recreio) e 33 (Jardim Itaú) originalmente são uma única área, porém, devido à grande heterogeneidade social ali observada, julgamos pertinente dividi-la.

O mapa final com as 44 áreas construídas para os propósitos do presente estudo é mostrado nas Figuras 3.2 e 3.3. A Figura 3.2 situa as 44 áreas nos limites do município de Ribeirão Preto, onde a área rural não é incluída na região em estudo. A Figura 3.3 mostra o mapa da área urbana do município de Ribeirão Preto sobreposta ao mapa com os 651 setores censitários definidos pelo IBGE no ano de 2000.

Figura 3.2. Divisão da área urbana do Município de Ribeirão Preto em 44 delimitações geográficas e em verde a área rural.

Figura 3.3. Divisão da área urbana do Município de Ribeirão Preto em 44 delimitações geográficas, sobrepostas aos 651 setores censitários definidos pelo IBGE para o Censo Demográfico de 2000.

O município de Ribeirão Preto está habilitado à gestão plena do sistema de saúde desde 1998. Nesta modalidade de gestão, o município é responsável pelo gerenciamento das unidades de saúde conveniadas e contratadas que executam ações de atenção básica, média e alta complexidade, desenvolvendo ações e estratégias de promoção de saúde, prevenção de doenças, tratamento e reabilitação em todos os níveis de atenção a saúde (Silva, 2009).

Para atender a esses objetivos, o município de Ribeirão Preto foi subdividido e organizado em cinco Distritos de Saúde, conforme Figura 3.4.

Figura 3.4. Mapa dos distritos de saúde de Ribeirão Preto, SP.

A Tabela 3.1 lista as 44 áreas de estudo segundo a responsabilidade sanitária de cada área e seu distrito de saúde.

Tabela 3.1 - Áreas em estudo. Em negrito, destaca-se a UBDS de cada distrito.

Número	Área	Responsabilidade Sanitária	Distrito
1	Heitor Rigon	UBS Heitor Rigon	Norte
2	Geraldo Correia de Carvalho	USF Geraldo Correia de Carvalho	Norte
3	Marincek	UBS Marincek	Norte
4	Valentina Figueiredo	UBS Valentina Figueiredo	Norte
5	Adelino Simioni	UBS Adelino Simioni	Norte
6	Estação do Alto	USF Estação do Alto	Norte
7	Quintino II	UBDS Quintino II	Norte
8	Avelino Palma	UBS Avelino Palma	Norte
9	Quintino I	UBS Quintino I	Norte
10	Vila Mariana	UBS Vila Mariana	Norte
11	Jardim Aeroporto	UBS Jardim Aeroporto	Norte
12	Ribeirão Verde	UBS Ribeirão Verde	Norte
13	Dom Mielle	UBS Dom Mielle	Oeste
14	José Sampaio	UBS José Sampaio	Oeste
15	Maria Casagrande	UBS Maria Casagrande	Oeste
16	Eugênio Mendes Lopes	USF Eugênio Mendes Lopes	Oeste
17	Portal do Alto	USF Portal do Alto	Oeste
18	Jardim Paiva	UBS Jardim Paiva	Oeste
19	Campus da USP	UBDS Sumarezinho	Oeste
20	Vila Lobato	UBS Vila Lobato	Oeste
21	Sumarezinho	UBDS Sumarezinho	Oeste
22	Ipiranga	UBS Ipiranga	Oeste
23	Vila Recreio	UBS Vila Recreio	Oeste
24	Dutra	UBS Dutra	Oeste
25	Vila Albertina	UBS Vila Albertina	Oeste

(continua)

Tabela 3.1 - Continuação.

Número	Área	Responsabilidade Sanitária	Distrito
26	Vila Tibério I	UBS Vila Tibério I	Central
27	Vila Tibério II	UBS Vila Tibério II	Central
28	Central	UBDS Central	Central
29	Campos Elíseos	UBS Campos Elíseos	Central
30	Campus Moura Lacerda	UBS Campos Elíseos	Central
31	João Rossi	UBS João Rossi	Central
32	Jardim Recreio	UBDS Vila Virgínia	Sul
33	Jardim Itaú	UBDS Vila Virgínia	Sul
34	Adão do Carmo	UBS Adão do Carmo	Sul
35	Vila Virgínia	UBDS Vila Virgínia	Sul
36	Maria das Graças	UBS Maria das Graças	Sul
37	Parque Ribeirão	UBS Parque Ribeirão	Sul
38	Santa Cruz	UBS Santa Cruz	Leste
39	Castelo Branco	UBDS Castelo Branco	Leste
40	Jardim Zara	USF Jardim Zara	Leste
41	Vila Abranches	UBS Vila Abranches	Leste
42	Jardim Juliana	UBS Jardim Juliana	Leste
43	São José	UBS São José	Leste
44	Bonfim Paulista	UBS Bonfim Paulista	Leste

3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA POPULAÇÃO EM ESTUDO

Foram utilizados todos os casos novos de TB notificados e registrados no município de Ribeirão Preto, nos anos de 2006 a 2009, e disponível no site TBWeb.

Foram retirados do banco de dados os registros em que o indivíduo não tem residência fixa ou casos em que a residência do indivíduo era uma penitenciária. Essas perdas, dentro do total de registros do banco de dados, foram em torno de 3,48%.

3.6 POPULAÇÃO DO ESTUDO

A população do estudo é o número de pessoas residentes em cada região da área urbana do município. Utilizaram-se as estimativas populacionais disponibilizadas pelo IBGE, conforme a Tabela 3.2. O critério para estimação do tamanho populacional de cada uma das 44 áreas descritas no mapa da Figura 3.2 foi o resultado da soma da população de cada setor censitário nelas incluídos.

Tabela 3.2 - Estimativas do número populacional para o município de Ribeirão Preto, SP.

Ano	Estimativas
2006	559.650
2007	547.417
2008	558.136
2009	563.107

Fonte: IBGE

A contagem da população por área de estudo se deu da seguinte maneira. Utilizando o programa TerraView, foi gerado um mapa para cada intervalo de valores referentes ao número populacional. Por exemplo, setores censitários com 0 até 361 habitantes foi colorido no mapa com uma determinada cor, e assim sucessivamente até completar 11 categorias. Utilizando a média do número populacional em cada categoria, somamos a média da população em cada setor censitário correspondente à área do estudo, e com isso conseguimos uma estimativa da população para cada área, de forma que a soma total de todas as áreas é igual a população de Ribeirão Preto em cada um dos anos. O mapa gerado pode ser visualizado na Figura 3.5.

Figura 3.5. Mapa da distribuição da população (número de habitantes) por setor censitário e por áreas de saúde.

A Fonte dos dados populacionais é o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. O IBGE divide os municípios brasileiros em pequenas áreas, os setores censitários, com o objetivo de organizar o trabalho de coleta de dados dos Censos Demográficos decenais. Estas áreas utilizam referenciais geográficos claramente definidos e cobre todo o território nacional, área urbana e rural. Nas áreas urbanas, tipicamente, os setores possuem em média 300 domicílios, variando entre 200 e 500 domicílios, com uma população variando entre 700 e 2000 habitantes. Estas são as menores unidades geográficas brasileiras para as

quais existem informações populacionais confiáveis e cobrindo todo o território nacional. A informação mais recente é a do Censo Demográfico de 2000, com centenas de informações sobre características dos domicílios, dos responsáveis pelos domicílios e as pessoas residentes nos domicílios (no total de mais de 500 variáveis) por setor censitário dos municípios.

Atualmente, não existe outra base de dados, além das informações censitárias de 2000 por setor censitário, tão detalhada geograficamente, tão confiável e cobrindo todo o município de interesse. Por este motivo, utilizaremos esta base no estudo da tuberculose.

O número médio de domicílios por setor censitário é de 212. Devido ao seu pequeno número de domicílios e de sua pequena extensão geográfica e dos critérios para demarcação dos seus limites, cada setor é composto de domicílios e populações com um perfil social e econômico muito similar. Desta forma, assume-se que não existem diferenças internas a um setor censitário e trabalha-se com os valores médios de características sociais calculadas em cada setor.

3.7 VARIÁVEIS DO ESTUDO E SUAS FONTES

Número de casos novos de TB: Denotada no modelo estatístico por Y_{it} , esta variável refere-se ao número de casos novos de tuberculose na região i ($i = 1, \dots, 44$) no ano t (t assume valores 1, 2, 3 e 4, respectivos aos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009). Estas informações foram obtidas no *site* TBWeb <<http://www.cvetb.saude.sp.gov.br/tbweb/index.jsp>>. Embora exista alguma imprecisão nesse conceito, quando aqui definimos um “caso novo”, poderá ser considerando tanto um indivíduo nunca antes infectado quanto uma recidiva.

IPVS: Valor predominante dos IPVS (Índice Paulista de Vulnerabilidade Social) em cada região, sendo classificado em seis diferentes níveis. Os valores do IPVS foram obtidos na página eletrônica do SEADE - Sistema Estadual de Análise de Dados, cujo endereço é <<http://www.seade.gov.br/produtos/ipvs/pdf/oipvs.pdf>>.

O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) (Ferreira et al, 2006) foi elaborado pela Fundação SEADE (Sistema Estadual de Análise de Dados), a partir dos dados do Censo Demográfico de 2000. O IPVS consiste em uma tipologia derivada da combinação entre duas dimensões (socioeconômica e demográfica), que classifica as áreas geográficas intramunicipais em seis grupos distintos de vulnerabilidade social. A dimensão socioeconômica é composta pela renda apropriada pelas famílias e o poder de geração da mesma por seus membros, enquanto a demográfica relaciona-se ao ciclo de vida familiar. Como áreas geográficas adotaram-se os setores censitários utilizados no Censo Demográfico de 2000.

Os seis grupos ou tipos de áreas que constituem o IPVS são descritos a seguir:

IPVS 1 – Nenhuma Vulnerabilidade: setores censitários em melhor situação socioeconômica, com os responsáveis pelo domicílio possuindo os melhores níveis de renda e escolaridade. Embora o estágio das famílias no ciclo de vida não seja um definidor do grupo, encontram-se aí chefes de domicílio mais velhos, menor presença de crianças pequenas e domicílios com menos moradores, quando comparados com o conjunto do Estado de São Paulo.

IPVS 2 – Vulnerabilidade Muito Baixa: setores censitários que se classificam em segundo lugar, no Estado, em termos da dimensão socioeconômica (média ou alta). Nessas áreas, concentram-se, em média, as famílias mais velhas.

IPVS 3 – Vulnerabilidade Baixa: setores censitários que se classificam nos níveis altos ou médios da dimensão socioeconômica; seu perfil demográfico caracteriza-se pela predominância de famílias jovens e adultas.

IPVS 4 – Vulnerabilidade Média: setores que apresentam níveis médios na dimensão socioeconômica, estando em quarto lugar na escala em termos de renda e escolaridade do responsável pelo domicílio. Nesses setores concentram-se famílias jovens, isto é, grande presença de chefes jovens com menos de 30 anos e de crianças pequenas.

IPVS 5 – Vulnerabilidade Alta: setores censitários que apresentam as piores condições na dimensão socioeconômica (muito baixa), estando entre os dois grupos em que os chefes de domicílios têm, em média, os piores níveis de renda e escolaridade. Concentra famílias mais velhas com menor presença de crianças pequenas.

IPVS 6 – Vulnerabilidade Muito Alta: um dos dois piores grupos em termos da dimensão socioeconômica (muito baixa), com grande concentração de famílias jovens. A combinação entre chefes jovens com baixos níveis de renda e escolaridade e presença de crianças pequenas torna este o grupo de maior vulnerabilidade à pobreza.

Educação: Valor predominante do nível de instrução do responsável pelo domicílio em cada área. Agregados da seguinte forma:

1 - Sem instrução (Variáveis do Censo Demográfico do IBGE: V25 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - não alfabetizadas + V73 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - sem instrução e menos de 1 ano de estudo);

2 - Ensino Fundamental (Variáveis do Censo: V37 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - antigo primário + V42 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - antigo ginásio + V51 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - ensino fundamental ou primeiro grau);

3 - Ensino Médio (Variáveis do Censo: V47 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - antigo clássico, científico etc. + V60 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - ensino médio ou segundo grau);

4 - Ensino Superior (Variáveis do Censo: V64 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - superior);

5 - Mestrado/Doutorado (Variáveis do Censo: V71 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - curso mais elevado que frequentou - mestrado ou doutorado).

Renda: Valor predominante da renda do chefe do domicílio, ou seja, o responsável pelo domicílio. Agregados da seguinte forma:

1 - 0 a 1 salário mínimo (Variáveis do Censo: V145 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - sem rendimento + V136 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal

mensal - até 1/2 salário mínimo + V137 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 1/2 a 1 salário mínimo);

2 - 1 a 3 salários mínimos (Variáveis do Censo: V138 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 1 a 2 salários mínimos + V139 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 2 a 3 salários mínimos);

3 - 3 a 10 salários mínimos (Variáveis do Censo: V140 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 3 a 5 salários mínimos + V141 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 5 a 10 salários mínimos);

4 - 10 ou + salários mínimos (Variáveis do Censo: V142 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 10 a 15 salários mínimos + V143 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 15 a 20 salários mínimos + V144 = Pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes - rendimento nominal mensal - mais de 20 salários mínimos).

Os dados referentes às variáveis: Renda e Educação foram obtidos do CD de Informações do Censo Demográfico de 2000 – IBGE.

As informações referentes às covariáveis IPVS, Renda e Educação foram originalmente coletadas por setor censitário (651 setores) e o objetivo do presente estudo é trabalhar com as áreas (44 áreas) que compõe o estudo. Desta forma, a conversão se deu da seguinte forma:

Utilizando o programa TerraView do INPE (disponível para download em: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>), foi gerado um mapa para cada covariável com os 651 setores censitários e em seguida foi sobreposto a ele o mapa gerado para os propósitos desta pesquisa (44 áreas), é definido pelo IBGE que cada setor censitário tenha em média 300 domicílios, variando de 700 a 2000 habitantes, desta forma, sabemos que um setor censitário com tamanho geográfico pequeno tem aproximadamente o mesmo número de domicílios e habitantes que um setor censitário de tamanho grande. Baseado nisso, ao observar os mapas que foram coloridos segundo as classificações de cada covariável, o objetivo então é contar dentro de cada área do estudo, quantos setores

censitários contêm as respectivas classificações, e define-se como resultado o valor predominante (moda) daquela área. Por exemplo:

No mapa do IPVS, a área 12 é composta de:

- 1 setor censitário com IPVS 5,
- 1 setor censitário com IPVS 3 e
- 6 setores censitários com IPVS 4.

Desta forma, a área 12 do nosso estudo, por exemplo, recebeu o valor de IPVS igual a 4, pois é o valor predominante daquela área, e assim sucessivamente para as demais áreas e demais covariáveis. Os mapas resultantes poderão ser visualizados nas Figuras 3.6, 3.7 e 3.8.

Na Figura 3.6, observa-se apenas uma área (área 11, Jardim Aeroporto) onde é predominante o IPVS com nível 6, ou seja, vulnerabilidade muito alta. Nos modelos de regressão, foram, portanto, agrupadas as áreas com predomínio do IPVS com níveis 5 e 6 em uma única classe.

Na Figura 3.7, observa-se apenas 3 áreas com predomínio de renda abaixo de 1 salário mínimo (área 7, Quintino II, área 4, Valentina Figueiredo e área 19, Campus da USP), desta forma, nos modelos de regressão as categorias 0 a 1 salário mínimo e 1 a 3 salários mínimos foram agrupados em uma única classe, sendo composta assim, por regiões com 0 a 3 salários mínimos.

Na Figura 3.8, observa-se apenas uma área (área 32, Jardim Recreio) onde é predominante o nível de Educação Mestrado e Doutorado, desta forma, nos modelos de regressão, essa área foi agrupada juntamente com a categoria nível superior.

Figura 3.6. Mapa da distribuição do IPVS por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.

Figura 3.7. Mapa da distribuição da Renda por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.

Figura 3.8. Mapa da distribuição da Educação por setor censitário e por áreas de saúde, respectivamente.

3.8 ASPECTOS ÉTICOS

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, sob número de protocolo 11304/2009, em 07 de Dezembro de 2009, a fim de garantir o cumprimento da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 1996) (Anexo A).

3.9 ANÁLISE DOS DADOS

Na modelagem de dados observados no espaço e no tempo, é comum o uso de modelos que estabelecem que cada caso observado em cada região segue uma distribuição Binomial. Quando esses dados epidemiológicos são raros, ou com uma variação grande entre as regiões, o modelo Binomial pode ser aproximado pela distribuição de Poisson, com número de novos casos observados Y_{it} e valor esperado μ_{it} , ou seja,

$$Y_{it} \mid \mu_{it} \sim \text{Poisson}(\mu_{it}), i = 1, \dots, 44, t = 1, \dots, T,$$

onde $\mu_{it} = N_{it}\theta_{it}$, sendo θ_{it} a taxa de incidência de TB na i -ésima região e no ano t , e N_{it} é o número de habitantes na i -ésima área no ano t . Neste modelo, é definido

$$\ln(\mu_{it}) = \ln(N_{it}) + \ln(\theta_{it}),$$

sendo considerados cinco diferentes modelos:

Modelo 1: é incluído um efeito espacial para as áreas e um efeito linear para os anos, mas não são incluídas covariáveis.

Temos que

$$\ln(\theta_{it}) = \alpha + \omega_i + (\beta_0 + \beta_i) X_t,$$

onde α é uma constante (um “intercepto” do modelo), β_0 é também uma constante (efeito fixo), $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_{44})'$ é um vetor de efeitos aleatórios que capturam uma possível estrutura espacial de correlações entre as incidências de TB dadas as vizinhanças entre as i áreas e $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{44})'$ é um vetor de efeitos aleatórios associado ao ano X_t , sendo assumido $X_t = 0$ para o ano de 2006, $X_t = 1$ para o ano de 2007, $X_t = 2$ para o ano de 2008 e $X_t = 3$ para o ano de 2009.

Para a análise bayesiana, foi atribuída aos parâmetros α e β_0 uma distribuição a *priori* tipo “flat” imprópria, definida sobre todo o conjunto dos números reais (ou seja, uniforme no espaço de $-\infty$ a ∞). Os efeitos aleatórios ω e β incorporam uma estrutura espacial, captando a influência das áreas vizinhas através de uma distribuição a *priori* espacialmente estruturada pela definição de matriz de vizinhança entre as regiões. O critério utilizado para a definição de vizinhança foi a de adjacência, onde regiões que fazem fronteira umas com as outras foram consideradas vizinhas. Ao efeito ω se atribui uma distribuição a *priori* que segue uma estrutura condicional auto-regressiva (CAR) Normal, dependente de um único parâmetro τ_ω , ao qual é atribuída uma distribuição Gama Inversa com hiperparâmetros 0,5 e 0,0005, conforme recomendação de Thomas et al (2004). A distribuição adotada para ω é tal que

$$\omega_i | \{\omega_j, i \neq j, j \in A^*(i)\}, \tau_\omega^2 \sim N\left(\bar{\eta}_{\omega_i}, \frac{\tau_\omega^2}{n_i}\right),$$

onde $A^*(i)$ denota o conjunto das áreas vizinhas em cada área i , $\bar{\eta}_i$ é a média dos efeitos aleatórios ω_j associadas as áreas vizinhas à área i , $\bar{\eta}_{\omega_i}$ corresponde ao número de áreas que são vizinhas à área i , τ_ω^2 é a variância da distribuição e $N(a,b)$ genericamente denota uma distribuição normal com média a e variância b . Analogamente, a distribuição adotada para β é tal que

$$\beta_i | \{\beta_j, i \neq j, j \in A^*(i)\}, \tau_\beta^2 \sim N\left(\bar{\eta}_{\beta_i}, \frac{\tau_\beta^2}{n_i}\right)$$

considerando que o parâmetro τ_β , segue, a priori, uma distribuição Gama Inversa também com hiperparâmetros 0,5 e 0,0005.

No contexto de inferência bayesiana, o modelo CAR (Conditional Autoregressive) é bastante empregado para a modelagem de dados espacialmente estruturados (Castro et al, 2004; Carvalho e Souza-Santos, 2005; Besag e Kooperberg, 1995).

Modelo 2: é incluído um efeito espacial para as áreas e os anos são tratados como variáveis indicadoras (*dummies variables*), mas não são incluídas covariáveis.

Temos que

$$\ln(\Theta_{it}) = \alpha + \omega_i + \beta_{it},$$

onde α e ω_i ($i = 1, \dots, 44$) são definidos como no modelo anterior e β_{it} é um efeito (fixo) associado à área i e tempo t (tal que $t = 1$ se o ano é 2006, $t = 2$ se o ano é 2007, $t = 3$ se o ano é 2008 e $t = 4$ se o ano é 2009). Para a análise bayesiana, considerou-se a priori uma distribuição normal para cada parâmetro β_{it} ($i = 1, \dots, 44$, $t = 1, 2, 3, 4$), ou seja, $\beta_{it} \sim N(0; 100.000)$, com a motivação de atribuir a priori a cada parâmetro β_{it} uma distribuição não informativa (centrada em 0 e com uma grande dispersão). É considerado, a priori, que os parâmetros β_{it} são, entre si, independentes.

Modelo 3.1: é análogo ao Modelo 2, mas agora não é considerado que os parâmetros β_{it} são, entre si, independentes. Foi considerada, a priori, para cada área i , uma distribuição normal multivariada (NM) para os parâmetros β_{it} , ou seja,

$$\beta_{it} \sim NM \left(\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \end{bmatrix}, \Sigma_\beta \right), i = 1, \dots, 44,$$

onde a matriz de variâncias-covariâncias Σ_β segue, a priori, uma distribuição multivariada de Wishart com hiperparâmetros não informativos, e, em um segundo nível hierárquico, λ_t ($t = 1, 2, 3, 4$) seguem distribuição normal com média 0 e variância 100.

Modelo 3.2: é análogo ao Modelo 3.1, mas é considerado $\lambda_t = 0$ ($t = 1,2,3,4$), ou seja, a distribuição a priori para os parâmetros β_{it} é dada por

$$\beta_{it} \sim NM \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \Sigma_\beta \right), i = 1, \dots, 44.$$

Modelo 4.1: é análogo ao Modelo 2, mas, como nos Modelos 3.1 e 3.2, não é considerado que os parâmetros β_{it} são, entre si, independentes. É considerada uma distribuição a priori normal multivariada para os parâmetros β_{it} , dada por

$$\beta_{it} \sim NM \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \theta_1 \begin{bmatrix} 1 & \exp(-\theta_2) & \exp(-2\theta_2) & \exp(-3\theta_2) \\ \exp(-\theta_2) & 1 & \exp(-\theta_2) & \exp(-2\theta_2) \\ \exp(-2\theta_2) & \exp(-\theta_2) & 1 & \exp(-\theta_2) \\ \exp(-3\theta_2) & \exp(-2\theta_2) & \exp(-\theta_2) & 1 \end{bmatrix} \right),$$

para $i = 1, \dots, 44$, $\theta_1 > 0$ e $\theta_2 > 0$. Assim, as covariâncias dos parâmetros β_{it} são genericamente escritas na forma

$$\text{cov}(\beta_{it}, \beta_{it^*}) = \theta_1 \exp(-\theta_2 |t - t^*|),$$

para $t = 1, \dots, 4$ e $t^* = 1, \dots, 4$. Para maiores informações sobre o uso desta estrutura de variâncias, ver Brascum et al (2008). Na análise bayesiana, atribuiu-se a priori aos parâmetros θ_1 e θ_2 distribuições Gama Inversa (*GI*), ou seja, $\theta_1 \sim GI(0,1;0,1)$ e $\theta_2 \sim GI(0,1;0,1)$.

Modelo 4.2: os Modelos 4.2 a 4.4 referem-se a uma análise de sensibilidade para a especificação da distribuição a priori para os parâmetros θ_1 e θ_2 (Modelo 4.1). Assim, o Modelo 4.2 é análogo ao Modelo 4.1, mas, na análise bayesiana, é especificado que $\theta_1 \sim GI(0,1;0,1)$ e $\theta_2 \sim GI(0,01;0,01)$.

Modelo 4.3: análogo ao Modelo 4.1, mas, na análise bayesiana, é especificado que, a priori, $\theta_1 \sim GI(0,5;0,0005)$ e $\theta_2 \sim GI(0,5;0,0005)$.

Modelo 4.4: análogo ao Modelo 4.1, mas, na análise bayesiana, é especificado que, a priori, $\theta_1 \sim Uniforme(0;100)$ e $\theta_2 \sim Uniforme(0;100)$, ou seja, são atribuídas a estes parâmetros distribuições contínuas uniformes no intervalo (0;100).

Modelo 5: É considerado o modelo

$$\ln(\theta_{it}) = \alpha + \omega_i + \beta_{it},$$

onde é assumido que β_{it} segue uma estrutura longitudinal baseada em cossenos (cos) (Brasum et al, 2008), dada por uma combinação linear da forma

$$\beta_{it} = \alpha_{0i} + \sum_{j=1}^4 \alpha_{ji} \cos\left[\frac{j\pi(t-0,5)}{4}\right],$$

para $i = 1, \dots, 44$ e $t = 1, 2, 3, 4$. Para a análise bayesiana, foi assumido, a priori,

$$\begin{aligned} \alpha_{ji} &\sim N(0; \sigma_{\alpha}^2), \\ \sigma_{\alpha}^2 &\sim GI(0,1;0,1) \end{aligned}$$

a α foi atribuída a priori uma distribuição do tipo “flat” e, como nos modelos anteriores, atribuiu-se a ω uma distribuição a priori que segue uma estrutura condicional auto-regressiva (CAR) Normal.

Para comparar o ajuste dos diferentes modelos aos dados, utilizou-se o *Deviance Information Criterion* (DIC). Este critério de discriminação de modelos é semelhante ao *Akaike’s Information Criterion* (AIC) utilizado em modelos de regressão em um contexto frequentista. O modelo que apresenta o menor valor de DIC é considerado aquele que melhor se ajusta aos dados.

Para o ajuste dos modelos propostos, foi utilizado o módulo GeoBUGS do programa computacional WinBUGS – *Bayesian inference Using Gibbs Sampling* (Lunn et al, 2000). Os programas WinBUGS para cada um dos modelos descritos são apresentados no Apêndice. Considerando que, nestes modelos, as distribuições condicionais a *posteriori* possuem alguma complexidade em suas formas, métodos computacionalmente intensivos são utilizados para a simulação de amostras destas distribuições. Mais especificamente, utilizamos o algoritmo Monte Carlo em cadeias de Markov (MCMC) (Gelman, 1997) para a obtenção de amostras destas distribuições. Foram geradas 150.000 amostras de cada parâmetro de interesse, sendo descartadas as 5.000 primeiras amostras para evitar algum efeito dos valores iniciais (*burn-in samples*). Para evitar correlações entre amostras sucessivamente geradas, utilizou-se para as inferências saltos de tamanho 50.

Em uma primeira etapa, foram ajustados modelos sem a incorporação das covariáveis, buscando aquele com melhor ajuste aos dados (menor valor de DIC). Em uma segunda etapa, àquele considerado “o melhor modelo”, foi adicionado na expressão $\ln(\theta_{it}) = \alpha + \omega_i + \beta_{it}$ (ou na expressão $\ln(\theta_{it}) = \alpha + \omega_i + (\beta_0 + \beta_i) X_t$, caso considerado o Modelo 1) um termo γZ_i onde o vetor γ mensura o efeito de cada classe da covariável (ou melhor, um vetor Z_i de variáveis indicadoras associado a esta covariável) de interesse (IPVS, renda ou educação). Na análise bayesiana, foi atribuída a priori para cada um dos elementos do vetor γ (cuja dimensão é dependente do número de variáveis indicadoras associadas à variável em questão) distribuições normal com média igual a 0 e variância igual a 10.000. Objetiva-se que o parâmetro de dispersão seja assim o maior possível, de modo que estas distribuições a *priori* sejam pouco informativas.

Capítulo 4

RESULTADOS

Nos anos de 2006 a 2009 foram notificados em Ribeirão Preto 705 casos novos de TB, com uma média de 176,25 casos por ano e incidência de 35 casos para cada 100 mil habitantes. Dentre esses 705 casos notificados 68,8% dos doentes são do sexo masculino, com idade média de 41 anos variando de 0 a 96 anos, a respeito da escolaridade destes doentes mais da metade, ou seja, 60,7% possui de 1 a 7 anos de estudo, o que equivale a ensino fundamental. A classificação do tipo de TB foi de 77,3% para pulmonar e 15,3% para extra-pulmonar. Observa-se que 22,5% dos doentes são também portadores de HIV e 14,9% são alcoólatras. A Tabela 4.1 apresenta os casos confirmados de TB segundo ano de diagnóstico e seu respectivo coeficiente de incidência.

Tabela 4.1. Casos confirmados de TB segundo ano de diagnóstico, indivíduos residentes em Ribeirão Preto, SP.

Ano	TB ^(a)	População ^(b)	Coef. Incidência por 100.000 hab
2006	172	559.650	30,73
2007	184	547.417	33,61
2008	195	558.136	34,93
2009	224	563.107	39,78*

(a) Fonte: Ministério da Saúde / SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN Net.

(b) Fonte: IBGE, estimativas para 1º de julho de cada ano.

* Sujeitos a revisão, dados parciais.

Com o intuito de construir um modelo que melhor se ajustasse aos dados deste estudo, foram formulados cinco modelos espaço-temporais para os casos de tuberculose em Ribeirão Preto nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009, com todos os anos contidos em um mesmo modelo. O primeiro modelo apresenta uma característica linear diferentemente dos demais que são categóricos, ou seja, suas estimativas seguem um padrão pontual, o que melhora os ajustes dos modelos para estes dados. Utilizamos o critério DIC para a seleção do melhor modelo espaço-temporal, conforme já especificado na metodologia deste trabalho.

Desta forma, o melhor modelo ajustado foi o Modelo 3 conforme pode-se observar na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Modelos espaço-temporais propostos.

MODELOS		DIC
Modelo 1		751,008
Modelo 2		780,252
Modelo 3	3.1	736,985
	3.2	733,823
Modelo 4	4.1	747,851
	4.2	747,575
	4.3	744,634
	4.4	744,599
Modelo 5		742,292

Observa-se na Tabela 4.2 que os modelos 3 e 4 foram particionados em outros modelos, que são variações de um mesmo modelo, com diferentes especificações das distribuições *a priori* para alguns parâmetros de interesse (seção 3.9). Este procedimento foi adotado a fim de buscar o melhor modelo estatístico para os dados em estudo. O melhor modelo foi aquele que apresentou o menor valor de DIC. Assim, o modelo 3.2 foi considerado o “melhor” modelo bayesiano espaço-temporal ajustado aos dados.

Usando a formulação do modelo 3.2, inserimos as covariáveis e o efeito espacial, gerando assim cinco novos modelos, com intuito de identificar qual melhor se ajustaria aos dados de TB. Desta forma, os novos modelos com seus respectivos valores de DICs são descritos na Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Modelos espaço-temporais propostos com o modelo 3.2.

MODELO 3.2	DIC
Com efeito espacial e IPVS predominante na área	730,618
Com efeito espacial e nível de Educação predominante	732,470
Sem efeito espacial e sem covariáveis	733,147
Com efeito espacial e nível de Renda predominante	733,713
Com efeito espacial e sem covariáveis	733,823

O modelo com melhor ajuste aos dados foi aquele que considera o efeito espacial (o que evidencia a não homogeneidade da distribuição da ocorrência dos casos de TB em Ribeirão Preto) e a covariável IPVS.

As estatísticas descritivas para as amostras geradas via método MCMC para os parâmetros deste modelo, obtidas pelo programa WinBUGS, podem ser visualizadas no Apêndice. Comparamos o ajuste do modelo em relação aos dados brutos, o ajuste se mostrou satisfatório, conforme pode-se observar na Figura 4.1.

Figura 4.1. Ajuste do modelo 3.2 em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados da incidência de TB (100 mil habitantes) em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média de incidência de casos de TB (100 mil habitantes), e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.

Figura 4.1. Ajuste do modelo 3.2 em relação aos dados brutos. Os pontos sólidos em vermelho representam os valores brutos registrados da incidência de TB (100 mil habitantes) em cada ano. Os círculos pretos correspondem a estimativa média de incidência de casos de TB (100 mil habitantes), e as linhas pontilhadas correspondem ao intervalo de credibilidade com 95%.

Resultados

A partir dos resultados obtidos no modelo 3.2, que inclui o efeito espacial e a covariável IPVS, construímos 6 tabelas resumo, nas quais 3 delas apresentam o coeficiente de incidência da TB em cada ano para cada uma das covariáveis: IPVS, Renda e Educação (Tabelas 4.4, 4.6 e 4.8). E as outras 3 (Tabelas 4.5, 4.7 e 4.9) apresentam as razões entre os coeficientes de incidência para cada variável em cada tempo.

Tabela 4.4 - Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

IPVS predominante na área	Número de áreas	Ano	Média do Coeficiente de Incidência	
			100 mil habitantes	IC 95% ^(a)
1 = Nenhuma Vulnerabilidade	7	2006	26,46	(15,73 ; 46,76)
		2007	23,03	(13,04 ; 42,07)
		2008	21,61	(12,43 ; 38,30)
		2009	57,19	(28,56 ; 110,50)
2 = Vulnerabilidade Muito Baixa	12	2006	29,32	(22,93 ; 37,07)
		2007	30,93	(24,73 ; 38,63)
		2008	32,13	(25,98 ; 39,68)
		2009	33,93	(26,67 ; 43,04)
3 = Vulnerabilidade Baixa	13	2006	36,02	(28,63 ; 45,64)
		2007	35,64	(28,63 ; 44,71)
		2008	35,34	(28,54 ; 44,03)
		2009	36,75	(28,76 ; 47,57)
4 = Vulnerabilidade Média	9	2006	77,16	(49,30 ; 130,60)
		2007	63,16	(40,32 ; 105,10)
		2008	72,27	(47,01 ; 120,70)
		2009	102,80	(58,95 ; 189,60)
5 ou 6 = Vulnerabilidade Alta ou Muito Alta	3	2006	192,20	(101,70 ; 348,30)
		2007	348,30	(196,40 ; 606,40)
		2008	235,30	(124,40 ; 431,10)
		2009	634,00	(374,50 ; 1021,00)

^(a) Intervalo de Credibilidade 95%

Observamos na tabela 4.4 que a incidência de TB aumenta conforme aumenta a vulnerabilidade social predominante em cada área. A incidência de TB nas regiões onde a

vulnerabilidade é predominantemente alta ou muito alta chega a 634 para cada 100 mil habitantes. Um resultado preocupante é que aparentemente a incidência de TB vem aumentando ao longo do tempo em estudo, sendo os maiores valores de incidência registrados no ano de 2009.

Tabela 4.5 - Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

IPVS predominante na área	Ano	Número de áreas	Razão entre as incidências	
			Razão	IC 95% ^(a)
1 = Nenhuma Vulnerabilidade	2006	7	Referência	
2 = Vulnerabilidade Muito Baixa	2006	12	1,10	(0,59 ; 1,95)
3 = Vulnerabilidade Baixa	2006	13	1,36	(0,74 ; 2,41)
4 = Vulnerabilidade Média	2006	9	2,92	(1,48 ; 5,83)*
5 ou 6 = Vulnerabilidade Alta ou Muito Alta	2006	3	7,22	(3,27 ; 15,13)*
1 = Nenhuma Vulnerabilidade	2007	7	Referência	
2 = Vulnerabilidade Muito Baixa	2007	12	1,34	(0,71 ; 2,47)
3 = Vulnerabilidade Baixa	2007	13	1,54	(0,82 ; 2,83)
4 = Vulnerabilidade Média	2007	9	2,75	(1,37 ; 5,44)*
5 ou 6 = Vulnerabilidade Alta ou Muito Alta	2007	3	14,97	(7,23 ; 31,60)*
1 = Nenhuma Vulnerabilidade	2008	7	Referência	
2 = Vulnerabilidade Muito Baixa	2008	12	1,48	(0,81 ; 2,70)
3 = Vulnerabilidade Baixa	2008	13	1,63	(0,88 ; 2,96)
4 = Vulnerabilidade Média	2008	9	3,36	(1,75 ; 6,67)*
5 ou 6 = Vulnerabilidade Alta ou Muito Alta	2008	3	10,81	(5,17 ; 22,79)*
1 = Nenhuma Vulnerabilidade	2009	7	Referência	
2 = Vulnerabilidade Muito Baixa	2009	12	0,59	(0,29 ; 1,22)
3 = Vulnerabilidade Baixa	2009	13	0,64	(0,31 ; 1,34)
4 = Vulnerabilidade Média	2009	9	1,81	(0,78 ; 4,30)
5 ou 6 = Vulnerabilidade Alta ou Muito Alta	2009	3	11,04	(4,94 ; 24,73)*

^(a) Intervalo de Credibilidade 95%

* Diferenças significantes em relação à classe de referência

Observa-se, por exemplo, no ano de 2007, nas regiões com vulnerabilidade predominantemente alta ou muita alta (5 ou 6) a incidência de TB é 14,97 vezes a incidência das

Resultados

regiões sem vulnerabilidade (1), uma diferença significativa. Com os achados da tabela 4.5 se verifica a grande associação da tuberculose com vulnerabilidade social, medido pelo Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS). Desta forma, regiões com mais vulnerabilidade social há também mais casos de tuberculose.

Além da grande associação da tuberculose com IPVS, há também grande associação com as variáveis Renda e Educação predominante dos responsáveis pelos domicílios, porém de forma inversa, ou seja, aumentando o níveis de renda e educação diminui-se a incidência de TB.

Tabela 4.6 - Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

Renda predominante	Número de áreas	Ano	Média do Coeficiente de Incidência	
			100 mil habitantes	IC (95%) ^(a)
0 a 3 salários mínimos	17	2006	62,12	(44,93 ; 90,24)
		2007	88,64	(61,01 ; 136,80)
		2008	66,15	(48,87 ; 97,09)
		2009	150,70	(101,70 ; 222,20)
3 a 10 salários mínimos	23	2006	45,39	(34,16 ; 66,50)
		2007	42,41	(32,29 ; 60,92)
		2008	41,60	(31,96 ; 59,60)
		2009	63,55	(43,51 ; 100,90)
10 ou + salários mínimos	4	2006	28,42	(15,63 ; 56,65)
		2007	26,29	(13,72 ; 54,46)
		2008	21,12	(11,50 ; 41,31)
		2009	60,19	(26,49 ; 127,30)

Observamos na Tabela 4.6 que as maiores taxas ficam nas menores rendas, com o aumento da renda diminui-se a incidência, como exemplo, no ano de 2009 a incidência de TB nas regiões cuja renda predominante é de 0 a 3 salários mínimos é de 150,70 em contrapartida para o mesmo ano nas regiões cuja renda predominante foi de 10 ou mais salários mínimos a incidência é de 60,19. Outro fator importante a se observar é o aumento da incidência no ano de 2009. Outro exemplo do declínio das taxas em relação ao aumento da renda pode ser observado

no ano de 2007, que temos taxas de 88,64 para regiões predominantes de 0 a 3 salários mínimos, de 42,41 para 3 a 10 salários mínimos e de 26,29 para 10 ou mais salários mínimos.

Tabela 4.7 - Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

Renda predominante	Ano	Número de áreas	Razão entre as incidências	
			Razão	IC (95%) ^(a)
0 a 3 salários mínimos	2006	17	2,19	(1,07 ; 4,22)*
3 a 10 salários mínimos	2006	23	1,61	(0,79 ; 3,13)
10 ou + salários mínimos	2006	4	Referência	
0 a 3 salários mínimos	2007	17	3,36	(1,59 ; 7,08)*
3 a 10 salários mínimos	2007	23	1,62	(0,77 ; 3,23)
10 ou + salários mínimos	2007	4	Referência	
0 a 3 salários mínimos	2008	17	3,15	(1,61 ; 6,03)*
3 a 10 salários mínimos	2008	23	1,98	(1,02 ; 3,77)*
10 ou + salários mínimos	2008	4	Referência	
0 a 3 salários mínimos	2009	17	2,50	(1,09 ; 6,06)*
3 a 10 salários mínimos	2009	23	1,07	(0,46 ; 2,61)
10 ou + salários mínimos	2009	4	Referência	

^(a) Intervalo de Credibilidade 95%

* Diferenças significantes em relação à classe de referência

A Tabela 4.7 apresenta as razões entre as incidências de TB, onde observamos que as maiores razões estão nas regiões onde predominam as menores rendas. Como exemplo, no ano de 2008, observamos que quando colocamos a maior renda como referência, a incidência de TB nas regiões com rendas predominantes de 0 a 3 salários mínimos é de 3,15 em relação a regiões com rendas predominantes de 10 ou mais salários mínimos, e nas regiões predominantes de 3 a 10 salários mínimos a razão de incidência é de 1,98 em relação a regiões com 10 ou mais salários mínimos.

Observamos a existência de associação da incidência de TB também com a Educação predominante, porém de uma forma não tão acentuada como nas demais variáveis em estudo. Podemos observar os resultados na Tabela 4.8.

Resultados

Como exemplo, podemos citar o ano de 2008 onde a incidência de TB nas regiões com predomínio de chefes de domicílio com ensino fundamental é 60,34 novos casos por 100.000 habitantes, em regiões com ensino médio a incidência diminui para 28,32 e em regiões com ensino superior a incidência diminui para 25,37.

Tabela 4.8 - Coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

Nível de educação predominante dos responsáveis dos domicílios	Número de áreas	Ano	Média do Coeficiente de Incidência	
			100 mil habitantes	IC (95%) ^(a)
Ensino Fundamental	31	2006	59,33	(43,96 ; 83,53)
		2007	71,38	(52,86 ; 101,70)
		2008	60,34	(46,14 ; 84,32)
		2009	119,0	(85,75 ; 165,70)
Ensino Médio	7	2006	37,21	(26,48 ; 52,33)
		2007	24,55	(16,76 ; 35,40)
		2008	28,32	(19,95 ; 39,88)
		2009	31,91	(22,51 ; 45,55)
Ensino Superior	6	2006	31,53	(18,26 ; 57,19)
		2007	29,60	(16,90 ; 54,28)
		2008	25,37	(14,91 ; 44,96)
		2009	67,99	(34,26 ; 130,00)

A respeito das razões entre as taxas de incidência observamos que as taxas de incidência de tuberculose das regiões onde predomina o ensino fundamental é 2 vezes a incidência em regiões com ensino superior (Tabela 4.9).

Tabela 4.9 - Razão entre os coeficientes de incidência de tuberculose, segundo características das regiões de saúde do município de Ribeirão Preto, SP.

Educação predominante	Ano	Número de áreas	Razão entre as incidências	
			Razão	IC (95%) ^(a)
Ensino Fundamental	2006	31	1,88	(1,04 ; 3,38)*
Ensino Médio	2006	7	1,17	(0,59 ; 2,28)
Ensino Superior	2006	6	Referência	
Ensino Fundamental	2007	31	2,41	(1,31 ; 4,43)*
Ensino Médio	2007	7	0,83	(0,41 ; 1,60)
Ensino Superior	2007	6	Referência	
Ensino Fundamental	2008	31	2,39	(1,37 ; 4,15)*
Ensino Médio	2008	7	1,11	(0,57 ; 2,11)
Ensino Superior	2008	6	Referência	
Ensino Fundamental	2009	31	1,75	(0,88 ; 3,59)
Ensino Médio	2009	7	0,47	(0,22 ; 1,01)
Ensino Superior	2009	6	Referência	

^(a) Intervalo de Credibilidade 95%

* Diferenças significantes em relação à classe de referência

Para facilitar a visualização das taxas de incidência em todo o município de Ribeirão Preto ao longo do tempo, dispomos os resultados em mapas que poderão ser observados na Figura 4.2. Os quatro mapas contidos na Figura 4.2 (A) representam as taxas brutas, valores reais registrados no município, já na Figura 4.2 (B) encontramos as taxas ajustadas pelo modelo, levando em consideração na modelagem à vulnerabilidade social contida em cada região do município. As taxas ajustadas se mostraram mais suavizadas nos mapas e mais condizente com a realidade do município.

Figura 4.2. Mapas das taxas de incidência de TB Bruto (A) e Ajustado (B) para os anos: 2006, 2007, 2008 e 2009. As legendas referem-se ao número de novos casos de TB a cada 100 mil habitantes.

Observamos que as áreas com as mais altas taxas de incidência também possuem índice de vulnerabilidade social predominantemente médio e alto, respectivamente, 4 e 5. Em relação à renda, a média salarial predominante dos responsáveis pelo domicílio nestas regiões são entre 0 e 3 salários mínimos e o nível de escolaridade predominante dos chefes do domicílio nestas regiões é o ensino fundamental.

Ao compararmos as taxas brutas com as taxas estimadas nas áreas em estudo, podemos observar que algumas áreas não tiveram grandes alterações na incidência de TB, algumas tiveram um aumento na taxa estimada e outras tiveram uma diminuição na taxa estimada. As áreas que nos chamaram mais a atenção foram as áreas 33 (Jardim Itaú), 18 (Portal do Alto), 36 (Maria das Graças) e 34 (Adão do Carmo) que tiveram altas taxas de incidência de TB, tanto bruta como estimada.

Outras áreas que nos chamaram a atenção são as áreas vizinhas 32 (Jardim Recreio) e 33 (Jardim Itaú), a área 32 é uma região com alto nível de escolaridade, baixo índice de IPVS e alta renda, contrastando com a área 33 onde o IPVS é alto, o nível de escolaridade é baixo e a renda é baixa, além de ser uma área com favela e muito próxima da Fundação CASA (Fundação Centro de Atendimento Socioeducativo ao Adolescente), quando olhamos apenas para a taxa bruta observamos que no ano de 2006 a área 32 teve 1 caso notificado e a área 33 não teve nenhum caso notificado, desta forma, ao ajustar as taxas verificamos que a área 32 teve uma diminuição acentuada da taxa bruta para a taxa estimada, e na área 33 houve o inverso um aumento acentuado na taxa estimada, o que parece mais condizente com a realidade daquela região. Observamos também que no mapa com as taxas ajustadas houve uma suavização, um alisamento nas taxas.

Nota-se que a incidência é relativamente baixa para as áreas: 27 (Vila Tibério II), 28 (Central), 38 (Santa Cruz), 39 (Castelo Branco), 43 (São José), 44 (Bonfim Paulista), 31 (João Rossi) e 19 (Campus da USP). Em todas essas áreas a incidência é menor que 20 casos para cada 100 mil habitantes.

Capítulo 5

DISCUSSÃO

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES FINAIS

Neste trabalho foram utilizados modelos de regressão espaço-temporais bayesianos para estimar a incidência de TB em Ribeirão Preto (anos de 2006 a 2009) por área de abrangência de unidades de saúde, associando-a a covariáveis de interesse (IPVS, Renda e Educação predominantes naquelas áreas). O método baseia-se em simulações MCMC para estimar as distribuições *a posteriori* das incidências de TB em Ribeirão Preto. Como resultado, temos mapas que mostram mais claramente um padrão espacial, com estimativas mais suavizadas e com menos flutuações aleatórias.

Observou-se que os modelos que incorporam a estrutura espacial além das covariáveis apresentaram melhor desempenho (menores valores de DIC), o que evidencia a distribuição não homogênea dos novos casos de TB no município. Com a inserção das covariáveis, observou-se que a incidência de TB é diretamente correlacionada com a vulnerabilidade social. E, com a inclusão do efeito do tempo na modelagem, foi possível descrever a evolução das taxas ao longo deste período.

Na modelagem espacial existem diferentes maneiras de explorar a correlação espacial, sendo uma das maneiras por meio de diferentes estruturas de vizinhança. Diferentes matrizes de vizinhança podem gerar diferentes estimativas. Neste trabalho não foi viável a construção de várias matrizes de vizinhança, devido a grande demanda de tempo. Dessa forma utilizou-se apenas o critério de mesma fronteira, ou seja, duas áreas são vizinhas se elas compartilham a mesma fronteira geográfica.

Observamos que as áreas com as mais altas taxas de incidência também possuem índice de vulnerabilidade social predominantemente médio e alto. Em relação à renda, a média salarial predominante dos responsáveis pelo domicílio nestas regiões está entre 0 e 3 salários mínimos e o nível de escolaridade predominante dos chefes do domicílio nestas regiões é o ensino fundamental.

Os resultados dos modelos bayesianos analisados nos evidenciam que com o aumento da vulnerabilidade social aumentamos significativamente a incidência de TB em Ribeirão Preto. Nas regiões onde a vulnerabilidade é alta a incidência de TB chega a quase 15 vezes a incidência das regiões sem vulnerabilidade. Observamos também para Renda e

Educação, que regiões com predomínio de altas rendas e altos níveis educacionais diminuí a incidência de TB em Ribeirão Preto.

Estes resultados são compatíveis com estudos ecológicos relatados pela literatura (Myers, 2006 ; Hawker, 1999 ; Leung, 2004), confirmando que a tuberculose continua sendo uma doença fortemente relatada com características sociais da população. Marais et al (2009) cita três causas primárias que determina o papel da pobreza na transmissão do *Mycobacterium tuberculosis*: 1) é influenciado por condições de vida, tais como pessoas vivendo aglomeradas e em casas pouco ventiladas, 2) demora no diagnóstico e 3) aumento da vulnerabilidade devido a desnutrição e a infecção pelo HIV. Estudos ecológicos permitem examinar a TB em seu contexto social (Myers, 2006), a relação entre a doença e as condições de pobreza e baixo nível socioeconômico não podem ser estudados em nível individual.

Neste estudo existem limitações que são intrínsecas aos estudos ecológicos, como a possibilidade de haver migrações entre as áreas, a ambiguidade temporal (a doença pode influenciar a vulnerabilidade social) e vieses ecológicos (Morgenstern, 1998). O número de habitantes em cada área foi estimado baseado em informações do IBGE, e por se tratar de estimativas, esses valores podem não ser muito precisos, especialmente em áreas onde surgiram novos bairros no período estudado.

O sistema de informações TBWeb foi implantado em 2006, abrangendo todos os municípios do estado de São Paulo. A qualidade das informações do TBWeb é muito superior quando comparado com o sistema EPI-TB (usado até 2006). Entretanto, o atual sistema também está sujeito a deficiências, como a possibilidade de subnotificação de casos devido a falta de conscientização dos cuidadores e atraso na procura dos serviços de saúde. Indivíduos sem residência fixa e moradores de área rural não foram georreferenciados, pois não havia informações disponíveis sobre a localização exata destes indivíduos. Porém, essas perdas foram pequenas, o que representa somente 3,5% de todos os registros.

O uso de mapas facilita a visualização de áreas que merecem uma atenção especial no controle da TB, além disso, a associação da doença com renda, escolaridade e vulnerabilidade social trazem subsídios para que os gestores responsáveis pelo planejamento do município planejem intervenções com uma atenção especial a estas áreas, reunindo esforços para a redução da pobreza e da desigualdade social, alternativas para uma melhor distribuição de renda e melhorar o acesso ao saneamento básico dentre outras prioridades.

Diferente de outros estudos já realizados para Ribeirão Preto (Hino et al, 2005 e Santos et al, 2004) nosso estudo consegue identificar quais as áreas que devem receber atenção prioritária por parte dos gestores de saúde e qual a Unidade Básica e Distrital responsável por ela. Destacamos algumas áreas com coeficientes de incidência altíssimos: (1) Área número 33: Jardim Itaú. Responsável: UBDS Vila Virgínia; (2) Área número 36: Maria da Graças. Responsáveis: UBS Maria das Graças e UBDS Sumarezinho; (3) Área número 18: Jardim Paiva. Responsáveis: UBS Jardim Paiva e UBDS Sumarezinho; (4) Área número 34: Adão do Carmo. Responsáveis: UBS Adão do Carmo e UBDS Vila Virginia e (5) Área número 16: Eugênio Mendes Lopes. Responsáveis: USF Eugênio Mendes Lopes e UBDS Sumarezinho. Estas são cinco áreas que identificamos com altíssima incidência de tuberculose, mas diversas outras áreas são identificadas como situação parecida.

Neste estudo é possível identificar as áreas com maiores coeficientes, bem como identificar as áreas mais propensas a altas taxas de incidência de TB, resultado do modelo desenvolvido. O modelo é composto por um efeito aleatório, com distribuição CAR (Conditional autoregressivo), que não sofre influência direta das covariáveis, mas quando calculamos para cada área seu respectivo valor e colocamos em uma ordem decrescente, conseguimos identificar quais as áreas com maior propensão a ter altos índices, geralmente essas áreas são vizinhas a áreas com altíssimas taxas. São as áreas: 33 (Jardim Itaú), 36 (Maria das Graças), 18 (Jardim Paiva), 34 (Adão do Carmo), 16 (Eugênio Mendes Lopes), 32 (Jardim Recreio) e 17 (Portal do Alto). Também conseguimos identificar as áreas menos propensas: 38 (Santa Cruz), 39 (Castelo Branco), 43 (São José), 44 (Bonfim Paulista), 27 (Vila Tibério II) e 28 (Central).

As áreas aqui identificadas como mais propensas no município de Ribeirão Preto, na maioria delas há presença de favelas e assentamentos, com exceção da área 32 (Jardim Recreio).

A Organização Mundial de Saúde espera eliminar a TB como problema de saúde pública até 2050, isso significa, uma incidência de menos de 1 caso para cada 1 milhão de habitantes (WHO, 2006). Atualmente, em Ribeirão Preto temos áreas com incidência registrada de quase 20.000 casos para cada 1 milhão de habitantes, sendo a média do município de 350 casos em cada 1 milhão de habitantes.

Por se tratar de um estudo ecológico, as características aqui identificadas se referem a uma comunidade, ou seja, a um grande contingente populacional e não a características individuais. Com base nos resultados, acreditamos que a Secretaria de Saúde do município

poderá ter uma melhor visão da incidência de tuberculose no município, podendo assim ter melhores subsídios para geração de políticas públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ-HERNÁNDEZ G, LARA-VALENCIA F, REYES-CASTRO PA, RASCÓN-PACHECO RA. Na analysis of spatial and socio-economic determinants of tuberculosis in Hermosillo, Mexico, 2000-2006. *Int J Tubercul Lung Dis*. 2010; 14(6): 708-713.
- BAILEY TC. Spatial statistical methods in health. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 2001; 17(5): 1083-1098.
- BESAG J, KOOPERBERG CL. On conditional and intrinsic autoregressions. *Biometrika*, 1995; 82: 733-746.
- BIERRENBACH AL, GOMES AB, NORONHA EF, SOUZA M de F. Tuberculosis incidence and cure rates, Brazil, 2000-2004. *Rev Saúde Pública* 2007; 41(1):24-33.
- BORGDORFF MW. New measurable indicator for tuberculosis case detection. *Emerg. Infect. Dis.* [página na internet]. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/neidod/EID/Vol10nº9/04-0349.htm>>. Acesso em: 11 jul 2010.
- 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(6): 833-842.
- BRASIL. *Ministério da Saúde*. Conselho Nacional de Saúde. Resolução 196/96: diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília, DF, 1996.
- BRUNELLO MEF, CHIARAVALLOTI NETO F, ARCÊNCIO RA, ANDRADE RLP, MAGNABOSCO GT, VILLA TCS. Áreas de vulnerabilidade para co-infecção HIV-aids/TB em Ribeirão Preto, SP. *Rev Saúde Pública*. 2011; 45(3):556-563.
- BURGOS MV, PYM AS. Molecular epidemiology of tuberculosis. *Eur Respir J. Suppl*. 2002; 36: 54-65.
- CARDOZO GONZÁLES RIC, MONROE AA, ARCÊNCIO RA, OLIVEIRA MF, RUFFINO NETTO A, VILLA TCS. Indicadores de desempenho do DOT no domicílio para o controle da tuberculose em município de grande porte, SP, Brasil. *Rev. Latino-Am Enfermagem*. 2008; 16(1): 95-100.
- CARVALHO, M. S.; SOUZA-SANTOS, R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro; 2005, 21 (2): 361-378.
- CASTRO, M. S. M ; VIEIRA, V. A. ; ASSUNÇÃO, R. M. Padrões espaço-temporais da mortalidade por câncer de pulmão no Sul do Brasil. *Rev Bras Epidemiol*; 2004, 7(2): 131-143.
- DALCOLMO M. Tuberculosis and HIV infection in Brazil – update and overview. *TB HIV* 1996; (11):26.

ELLIOTT P, WARTENBERG D. Spatial Epidemiology: current approaches and future challenges. *Environmental Health Perspectives*. 2004 ; 112(9): 998-1006.

FERREIRA MP, DINI NP, FERREIRA SP. Espaços e dimensões da pobreza nos municípios de São Paulo: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS. *São Paulo Perspect*, 2006; 20:5-17.

FUNDAÇÃO SEADE [página na internet]. São Paulo-SP. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS. Espaços e dimensões da pobreza nos municípios do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br.br/produtos/ipvs/pdf/oipvs.pdf>>. Acesso em: 17 mai 2010.

GAMERMAN D. *Markov Chain Monte Carlo: Stochastic simulation for Bayesian inference*. Chapman and Hall, 245 p. London, 1997.

GANDY M, ZUMLA A. The resurgence of disease: Social and historical perspectives on the ‘new’ tuberculosis. *Soc Sci Med*. 2002; 55(3): 385-396; discussion 397-401.

GESLER W. The uses of spatial analysis in medical geography: a review. *Soc Sci Med* 1986; 23(10): 963-973.

GEWEKE J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments (with discussion). In: Bernardo JM, Berger J, Dawid AP, Smith AFM. (eds). *Bayesian statistics 4*. Oxford: Oxford University Press, 1992; p.169-193

HAWKER JL, BAKHSI SS, ALI S, FARRINGTON CP. Ecological analysis of ethnic differences in relation between tuberculosis and poverty. *BMJ*. 1999; 319(7216): 1031-1034.

HINO P, COSTA-JUNIOR ML, SASSAKI CM, OLIVEIRA MF, VILLA TCS, SANTOS CB. Time series of tuberculosis mortality in Brazil (1980-2001). *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2007; 15(5):936-941.

HINO P, SANTOS CB, VILLA TCS, BERTOLOZZI MR, TAKAHASHI RF. O controle da tuberculose na perspectiva da vigilância da saúde. *Esc Anna Nery*. 2005a; 15(2): 417-421.

HINO P, SANTOS CB, VILLA TCS, MUNIZ JN, MONROE AA. Tuberculosis patients submitted to supervised treatment Ribeirão Preto - São Paulo-Brazil. 1998 and 1999. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2005b; 13(1):27-31.

HINO P, VILLA TCS, CUNHA TN, SANTOS CB. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). *Ciência & Saúde Coletiva*. 2011; 16(1):1289-1294.

HUONG NT, VREE M, DUONG BD, KHANH VT, LOAN VT, CO NV, BORGDORFF MW, COBELENS FG. Delays in the diagnosis and treatment of tuberculosis patients in Vietnam: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2007; 7(110):1-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Demográfico de 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 mai 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Projeto TerraView. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>>. Acesso em: 11 jun 2010.

KOYANAGI A, KUFFÓ D, GRESELY L, SHENKIN A, CUEVAS LE. Relationships between serum concentrations of C-reactive protein and micronutrients, in patients with tuberculosis. *Ann Trop Med Parasitol*. 2004; 98(4):391-399.

LEUNG CC, YEW WW, TAM CM, CHAN CK, CHANG KC, LAW WS, WONG MY, AU KF. Socio-economic factors and tuberculosis: a district-based ecological analysis in Hong Kong. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2004; 8(8):958-964.

LUNN DJ, THOMAS A, BEST N, SPIEGELHALTER D. WinBUGS – A Bayesian modeling framework: Concepts, structure, and extensibility. *Stat Computing*. 2000; 10:325-337.

MACIEL EL, PAN W, DIETZE R, PERES RL, VINHAS SA, RIBEIRO FK, PALACI M, RODRIGUES RR, ZANDONADE E, GOLUB JE. Spatial patterns of pulmonary tuberculosis incidence and their relationship to socio-economic status in Vitoria, Brazil. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2010; 14(11): 1395-1402.

MARAIS BJ, HESSELING AC, COTTON MF. Poverty and tuberculosis: is it truly a simple inverse linear correlation? *Eur Respir J*. 2009 ; 33(4): 943-944.

MEDRONHO, R. A. *Epidemiologia*. Rio de Janeiro: Editora Atheneu, 493p., 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Introdução à estatística espacial para a saúde pública*. Série: Capacitação e atualização em geoprocessamento em saúde. Brasília-DF, 2007.

MORGENSTERN, H. Ecologic studies. In: *Modern Epidemiology* (K. J. Rothman & S. Greenland, eds.), Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998; 459-480.

MUNIZ JN, VILLA TCS. O impacto epidemiológico do tratamento supervisionado no controle da tuberculose em Ribeirão Preto 1998-2000. *Bol Pneumol Sanit*. 2002; 10(1): 49-54.

MUNCH Z, VAN LILL SW, BOOYSEN CN, ZIETSMAN HL, ENARSON DA, BEYERS N. Tuberculosis transmission patterns in a high-incidence area: a spatial analysis. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2003; 7(3):271-277.

MYERS WP, WESTENHOUSE JL, FLOOD J, RILEY LW. An ecological study of tuberculosis transmission in California. *Am J Public Health*. 2006 Apr; 96(4):685-690.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE. Organização Mundial de Saúde. Reunion regional de directores nacionales de programas de controle de la tuberculose. *Informe final*. Ecuador, 1997.

PETHE K, ALONSO S, BIET F, DELOGU G, BRENNAN MJ, LOCHT C, MENOZZI FD. The heparin-binding haemagglutinin of M. tuberculosis is required for extrapulmonary dissemination. *Nature* 2001; 412 (6843): 190-194;

RAVIGLIONE, M. C.; UPLEKAR, M. W. WHO's new Stop TB Strategy. *Lancet*, 18(9514):952-955.

RIBEIRÃO PRETO. Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal da Saúde. Plano de Saúde Ribeirão Preto: 2005-2008. Ribeirão Preto, 2005. 75p. Disponível em: <<http://www.ribeiraopreto.sp.gov.br/ssauade/vigilancia/planea/plano05-08.pdf>>. Acesso em: 18 mai 2010.

RODRIGUES GO, SÁ LD, NOGUEIRA JA, DAMASCENA LCL, GOMES ALC, VILLA TCS. A expansão do tratamento supervisionado (TS) para o controle da tuberculose na Paraíba (1999/2005). *Rev. Eletr. Enf. [Internet]*. 2008; 10(3):632-642.

RUSSELL DG, BARRY CE 3rd, FLYNN JL. Tuberculosis: what we don't know can, and does, hurt us. *Science* 2010; 328 (5980):852-856.

SANTOS CB, HINO P, CUNHA TN, VILLA TCS, MUNIZ JN. Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de Tuberculose. *Boletim de Pneumologia Sanitária*; 2004, 12(1): 5-10.

SANTOS CB, HINO P, VILLA TCS, MUNIZ JN. Indicadores epidemiológicos e de impacto da tuberculose para Ribeirão Preto no período de 1990 a 2000. *Boletim de Pneumologia Sanitária*; 2002; 10(1): 31-40.

SILVA ASB. *Avaliação da atenção em diabetes mellitus em uma Unidade Básica Distrital de Saúde em Ribeirão Preto-SP*. 2009. 130 f. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2009.

SPENCE DP, HOTCHKISS J, WILLIAMS CS, DAVIES PD. Tuberculosis and poverty. *BMJ*. 1993; 307(6907):759-61.

SPINDOLA DE MIRANDA S, KRITSKI A, FILLIOL I, MABILAT C, PANTEIX G, DROUET E. Mutations in the poB gene of rifampicin-resistant Mycobacterium tuberculosis strains isolated in Brazil and France. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2001; 96(2): 247-250.

SUSSER, M. The logic in ecological. *American Journal Public Health*, 1994; 84:825-835.

TBWeb. [página na internet]. Disponível em: <<http://www.cvetb.saude.sp.gov.br/tbweb/index.jsp>>. Acesso em: 20 set 2009.

TEIXEIRA, GM. Os novos alcances da parceria STOP TB. *Boletim de Pneumologia Sanitaria*. 2006; 14(1): 5-6.

THOMAS A, BEST N, LUNN D, ARNOLD R, SPIEGELHALTER D. GeoBUGS User Manual. Cambridge: *Medical Research Council Biostatistics Unit*; 2004.

TOURAY K, ADETIFA IM, JALLOW A, RIGBY J, JEFFRIES D, CHEUNG YB, DONKOR S, ADEGBOLA RA, HILL PC. Spatial analysis of tuberculosis in an urban West African setting: is there evidence of clustering? *Trop Med Int Health*. 2010; 15(6): 664-672.

VENDRAMINI SHF, GAZETTA CE, CHIARAVALOTTI NETTO F, CURY MR, MEIRELLES EB, KUYUMJIAN FG, VILLA TCS. Tuberculosis in a medium-sized city in the Southeast of Brazil: morbidity and mortality rates (1985-2003). *J. Bras. Pneumol*. 2005; 31(3):237-43.

WHO. *What is DOTS? A Guide to understanding the WHO-recommended TB Control Strategy Known as DOT*. WHO/CDS/CPC/TB/99.270. 39p. 1999.

WHO. *A estratégia Stop TB*. STOP TB Partnership. 2006.

APÊNDICES

APÊNDICE A

SUMÁRIO A *POSTERIORI* ASSUMINDO O MODELO COM EFEITO ESPACIAL E COVARIÁVEL IPVS E CONVERGÊNCIA DO MODELO

Parâmetros	Média	Desvio-Padrão	Mediana	IC 95%	Z _G *
α_1	-0,0115	0,0847	-0,00189	(-0,2131 ; 0,1103)	1,6290
α_2	-0,008	0,0931	-0,00153	(-0,2121 ; 0,1422)	0,9068
α_3	-0,00845	0,07992	-0,0015	(-0,1902 ; 0,1137)	1,1100
α_4	-0,0058	0,09969	-0,00105	(-0,2185 ; 0,1668)	-1,5080
α_5	-0,00129	0,06636	-5,09E-01	(-0,134 ; 0,1241)	-0,06317
α_6	0,01865	0,1289	0,002586	(-0,1588 ; 0,3396)	-0,2788
α_7	-7,83E-04	0,09004	-6,56E-01	(-0,1808 ; 0,1763)	-0,1152
α_8	-3,35E-01	0,08532	-5,24E-01	(-0,1684 ; 0,1682)	-1,0450
α_9	-0,00292	0,08259	-0,00128	(-0,1714 ; 0,1482)	-0,3908
α_{10}	-0,00658	0,06684	-0,0015	(-0,1588 ; 0,1021)	1,8600
α_{11}	-0,02636	0,1112	-0,00465	(-0,3194 ; 0,08157)	1,5170
α_{12}	-0,01668	0,1012	-0,00338	(-0,2754 ; 0,1273)	1,6660
α_{13}	0,002807	0,08137	0,001154	(-0,1401 ; 0,1649)	0,9623
α_{14}	-0,00704	0,07582	-9,12E-04	(-0,178 ; 0,1108)	2,5040
α_{15}	-0,00781	0,08314	-0,00132	(-0,1983 ; 0,1225)	1,2920
α_{16}	0,02693	0,1228	0,004672	(-0,1007 ; 0,3425)	-1,0230
α_{17}	0,01971	0,1203	0,003866	(-0,1299 ; 0,3085)	0,08356
α_{18}	0,03267	0,129	0,00504	(-0,0698 ; 0,3718)	-0,84270
α_{19}	0,01984	0,08707	0,003787	(-0,07635 ; 0,2535)	0,07771
α_{20}	0,01334	0,07441	0,002918	(-0,0864 ; 0,202)	-1,8910
α_{21}	0,02225	0,09887	0,00389	(-0,08013 ; 0,2825)	-1,0030
α_{22}	0,00407	0,06001	0,001018	(-0,09547 ; 0,1322)	0,6017
α_{23}	-0,00164	0,07561	-3,58E-01	(-0,1556 ; 0,14)	0,05101
α_{24}	-0,0045	0,07495	-9,55E-01	(-0,1663 ; 0,1255)	1,546
α_{25}	0,002793	0,06165	8,94E-02	(-0,1 ; 0,1297)	-0,2837
α_{26}	0,003357	0,06977	8,49E-01	(-0,1203 ; 0,1487)	-0,7929
α_{27}	-0,01056	0,1041	-0,00136	(-0,242 ; 0,1409)	-0,8698
α_{28}	-0,00743	0,06285	-0,00114	(-0,1493 ; 0,08038)	0,4377
α_{29}	-0,00191	0,07125	-7,66E-01	(-0,1452 ; 0,1276)	0,0789
α_{30}	-0,01101	0,07995	-0,0023	(-0,2028 ; 0,1009)	-0,3406
α_{31}	-0,00318	0,0796	-2,65E-01	(-0,1671 ; 0,1369)	0,5630
α_{32}	0,0339	0,1402	0,005847	(-0,09695 ; 0,4069)	-0,3104
α_{33}	0,02809	0,117	0,004695	(-0,07581 ; 0,3312)	-1,091
α_{34}	0,01862	0,09553	0,003534	(-0,09712 ; 0,2639)	-1,325
α_{35}	0,00277	0,06422	8,84E-01	(-0,117 ; 0,1374)	-2,003
α_{36}	0,01411	0,1049	0,003025	(-0,1392 ; 0,2651)	-2,272
α_{37}	-5,02E-01	0,07501	6,76E-01	(-0,1464 ; 0,1391)	-0,2967
α_{38}	-0,01491	0,09545	-0,00222	(-0,2408 ; 0,1033)	0,5422
α_{39}	-0,01929	0,08703	-0,00335	(-0,2449 ; 0,07053)	-0,07684

Apêndices

$\alpha 40$	-0,01816	0,09521	-0,00373	(-0,272 ; 0,107)	1,286
$\alpha 41$	-0,02762	0,1106	-0,00486	(-0,3262 ; 0,0747)	1,635
$\alpha 42$	-0,00759	0,08713	-0,00201	(-0,2033 ; 0,1409)	-0,1639
$\alpha 43$	-0,01983	0,1065	-0,00338	(-0,2874 ; 0,107)	0,7331
$\alpha 44$	-0,01199	0,1008	-0,0015	(-0,2419 ; 0,1277)	0,771
$\alpha 0$	-8,725	0,3071	-8,724	(-9,333 ; -8,127)	-0,6657
$\beta 1,1$	-0,3343	0,4649	-0,3172	(-1,302 ; 0,5269)	-1,266
$\beta 1,2$	-0,00788	0,4139	0,001449	(-0,8456 ; 0,7814)	-0,4557
$\beta 1,3$	-0,2639	0,4172	-0,2509	(-1,121 ; 0,5267)	-0,9797
$\beta 1,4$	0,06977	0,5142	0,0837	(-0,9786 ; 1,034)	-0,1081
$\beta 2,1$	0,08534	0,5554	0,09679	(-1,042 ; 1,144)	-0,000841
$\beta 2,2$	-0,1085	0,5221	-0,0884	(-1,188 ; 0,8693)	1,39
$\beta 2,3$	0,04076	0,4938	0,05087	(-0,9597 ; 0,9863)	0,2472
$\beta 2,4$	0,0268	0,7214	0,05564	(-1,486 ; 1,351)	-0,5114
$\beta 3,1$	-0,5699	0,4237	-0,5553	(-1,452 ; 0,2161)	-0,8444
$\beta 3,2$	-0,165	0,3652	-0,1587	(-0,9075 ; 0,5321)	-0,9411
$\beta 3,3$	-0,2986	0,3635	-0,2913	(-1,035 ; 0,3975)	-2,106
$\beta 3,4$	-0,5825	0,4898	-0,5652	(-1,596 ; 0,3294)	-0,1466
$\beta 4,1$	-0,2009	0,5588	-0,1799	(-1,362 ; 0,8369)	0,05786
$\beta 4,2$	0,2129	0,4904	0,2144	(-0,7646 ; 1,166)	0,1237
$\beta 4,3$	0,03044	0,4805	0,0365	(-0,9486 ; 0,9546)	-0,5167
$\beta 4,4$	0,03897	0,6862	0,06806	(-1,38 ; 1,294)	-0,02086
$\beta 5,1$	0,07069	0,4269	0,08355	(-0,8054 ; 0,8775)	-0,4285
$\beta 5,2$	0,2323	0,3868	0,2367	(-0,5438 ; 0,9788)	3,092
$\beta 5,3$	0,1879	0,3762	0,1928	(-0,5684 ; 0,9132)	1,728
$\beta 5,4$	0,4808	0,4552	0,495	(-0,4557 ; 1,332)	-0,6424
$\beta 6,1$	0,5768	0,4209	0,5838	(-0,2761 ; 1,381)	0,1299
$\beta 6,2$	0,5526	0,4003	0,5527	(-0,2348 ; 1,341)	-1,048
$\beta 6,3$	0,4717	0,3961	0,4713	(-0,3095 ; 1,252)	-0,8757
$\beta 6,4$	0,8316	0,4696	0,8483	(-0,1295 ; 1,706)	-0,9653
$\beta 7,1$	-0,3121	0,4823	-0,2935	(-1,308 ; 0,5775)	-0,612
$\beta 7,2$	-0,1091	0,4319	-0,1012	(-0,9839 ; 0,7138)	-0,4226
$\beta 7,3$	-0,1446	0,417	-0,1376	(-0,9885 ; 0,6562)	-0,3585
$\beta 7,4$	-0,2674	0,5776	-0,2439	(-1,468 ; 0,7989)	-0,8066
$\beta 8,1$	-0,1065	0,4059	-0,09407	(-0,9356 ; 0,6533)	0,7584
$\beta 8,2$	0,1521	0,3656	0,1548	(-0,5777 ; 0,8566)	-0,229
$\beta 8,3$	0,1225	0,3594	0,1234	(-0,5925 ; 0,823)	0,4308
$\beta 8,4$	0,04648	0,4563	0,06068	(-0,8873 ; 0,9073)	0,3757
$\beta 9,1$	0,4654	0,3789	0,4719	(-0,2966 ; 1,188)	-0,6541
$\beta 9,2$	0,1458	0,381	0,1532	(-0,6297 ; 0,8729)	-0,7973
$\beta 9,3$	0,6313	0,3476	0,6287	(-0,04289 ; 1,32)	-0,2479
$\beta 9,4$	0,7237	0,4055	0,733	(-0,101 ; 1,491)	-0,7222
$\beta 10,1$	-0,4948	0,4448	-0,4805	(-1,414 ; 0,3395)	-1,205
$\beta 10,2$	-0,07594	0,3858	-0,07033	(-0,8479 ; 0,6655)	0,08465
$\beta 10,3$	-0,2007	0,3807	-0,1937	(-0,9775 ; 0,5313)	-1,269
$\beta 10,4$	-0,6962	0,5449	-0,6705	(-1,835 ; 0,3001)	-0,7944

$\beta_{11,1}$	-0,8909	0,4571	-0,8807	(-1,817 ; -0,01816)	-0,4684
$\beta_{11,2}$	-0,8337	0,4217	-0,8297	(-1,678 ; -0,01956)	-1,876
$\beta_{11,3}$	-0,7997	0,436	-0,7896	(-1,686 ; 0,03314)	-0,5965
$\beta_{11,4}$	-1,371	0,5732	-1,365	(-2,508 ; -0,2583)	-0,7363
$\beta_{12,1}$	-0,01553	0,4398	-0,00686	(-0,9074 ; 0,827)	-0,7105
$\beta_{12,2}$	-0,1356	0,4187	-0,1244	(-0,9929 ; 0,6576)	0,3505
$\beta_{12,3}$	0,06179	0,3969	0,06278	(-0,7245 ; 0,8407)	-0,03159
$\beta_{12,4}$	-0,07092	0,5328	-0,05809	(-1,156 ; 0,9338)	-1,057
$\beta_{13,1}$	-0,4561	0,4628	-0,4407	(-1,407 ; 0,4129)	-1,919
$\beta_{13,2}$	-0,8838	0,4776	-0,8557	(-1,898 ; -0,02314)	-1,481
$\beta_{13,3}$	-0,6202	0,4328	-0,6055	(-1,522 ; 0,1867)	-0,1980
$\beta_{13,4}$	-1,191	0,6324	-1,159	(-2,526 ; -0,04421)	-1,344
$\beta_{14,1}$	-0,2191	0,3925	-0,2086	(-1,021 ; 0,5189)	-1,93
$\beta_{14,2}$	-0,1929	0,3682	-0,1836	(-0,9384 ; 0,5061)	-1,037
$\beta_{14,3}$	-0,2885	0,3637	-0,28	(-1,033 ; 0,4048)	-1,992
$\beta_{14,4}$	-0,3218	0,4623	-0,3061	(-1,275 ; 0,5433)	-2,055
$\beta_{15,1}$	-0,6048	0,4705	-0,5849	(-1,587 ; 0,2655)	2,993
$\beta_{15,2}$	-0,1621	0,4102	-0,1538	(-0,9998 ; 0,6167)	-0,8477
$\beta_{15,3}$	-0,04754	0,3899	-0,04392	(-0,824 ; 0,711)	-1,158
$\beta_{15,4}$	-0,5948	0,5519	-0,577	(-1,722 ; 0,439)	-1,762
$\beta_{16,1}$	0,628	0,6289	0,6231	(-0,5992 ; 1,868)	1,372
$\beta_{16,2}$	0,5751	0,5761	0,5748	(-0,5602 ; 1,713)	2,146
$\beta_{16,3}$	0,4553	0,556	0,4537	(-0,6394 ; 1,549)	2,246
$\beta_{16,4}$	1,009	0,8169	1,034	(-0,6698 ; 2,533)	2,571
$\beta_{17,1}$	-0,256	0,7057	-0,2342	(-1,715 ; 1,073)	-0,9257
$\beta_{17,2}$	-0,237	0,6503	-0,2164	(-1,585 ; 0,9858)	-1,419
$\beta_{17,3}$	-0,2373	0,6267	-0,2163	(-1,544 ; 0,9397)	-0,9974
$\beta_{17,4}$	-0,4352	1,005	-0,3983	(-2,519 ; 1,441)	-0,6476
$\beta_{18,1}$	1,301	0,5777	1,299	(0,1649 ; 2,437)	0,4646
$\beta_{18,2}$	1,027	0,5399	1,025	(-0,038 ; 2,089)	-1,995
$\beta_{18,3}$	1,432	0,5313	1,422	(0,4288 ; 2,504)	-1,533
$\beta_{18,4}$	1,955	0,6312	1,982	(0,6391 ; 3,11)	0,7082
$\beta_{19,1}$	-0,2801	0,7048	-0,2602	(-1,726 ; 1,051)	-0,2917
$\beta_{19,2}$	-0,2613	0,6449	-0,2403	(-1,598 ; 0,9445)	0,8378
$\beta_{19,3}$	-0,265	0,6219	-0,242	(-1,551 ; 0,9029)	-0,2445
$\beta_{19,4}$	-0,4819	1,001	-0,4448	(-2,556 ; 1,376)	0,0652
$\beta_{20,1}$	-0,3293	0,4151	-0,3134	(-1,199 ; 0,4362)	-0,602
$\beta_{20,2}$	0,06506	0,3593	0,06845	(-0,6547 ; 0,7568)	-1,829
$\beta_{20,3}$	-0,1629	0,3654	-0,1534	(-0,9059 ; 0,5351)	-0,8331
$\beta_{20,4}$	0,04974	0,437	0,0643	(-0,8488 ; 0,8637)	-1,288
$\beta_{21,1}$	0,92	0,3219	0,9254	(0,2742 ; 1,54)	-1,269
$\beta_{21,2}$	0,2613	0,3565	0,268	(-0,4595 ; 0,9388)	-0,9875
$\beta_{21,3}$	0,6527	0,3296	0,6536	(0,003958 ; 1,299)	-0,7129
$\beta_{21,4}$	1,025	0,3489	1,034	(0,314 ; 1,681)	-0,2628
$\beta_{22,1}$	-0,6852	0,4282	-0,6675	(-1,577 ; 0,1083)	-2,130
$\beta_{22,2}$	-0,1841	0,3617	-0,1788	(-0,908 ; 0,5129)	-0,9934

Apêndices

β22,3	-0,1595	0,3493	-0,1554	(-0,8585 ; 0,5151)	-1,022
β22,4	-0,809	0,5041	-0,7876	(-1,856 ; 0,1263)	-1,797
β23,1	0,6698	0,2963	0,6721	(0,08485 ; 1,246)	-2,051
β23,2	-0,09665	0,3365	-0,08775	(-0,7833 ; 0,5397)	-1,178
β23,3	0,2062	0,3122	0,2087	(-0,4199 ; 0,8077)	-0,5465
β23,4	0,6693	0,322	0,6748	(0,02117 ; 1,289)	1,499
β24,1	-0,09764	0,3843	-0,08753	(-0,8774 ; 0,6281)	0,1342
β24,2	-0,1801	0,3692	-0,171	(-0,9316 ; 0,5222)	-0,8865
β24,3	0,2016	0,3379	0,2031	(-0,468 ; 0,8594)	0,5028
β24,4	-0,1618	0,4469	-0,1474	(-1,077 ; 0,6752)	-2,115
β25,1	-0,00222	0,3601	0,006425	(-0,7327 ; 0,6796)	-0,1902
β25,2	0,5598	0,3047	0,5614	(-0,04529 ; 1,155)	0,4965
β25,3	0,5662	0,3027	0,5653	(-0,02515 ; 1,159)	-0,1924
β25,4	0,3906	0,3614	0,3998	(-0,347 ; 1,074)	0,7536
β26,1	-0,1545	0,4065	-0,1438	(-0,9871 ; 0,6123)	-1,066
β26,2	-0,00449	0,3722	8,80E-01	(-0,7537 ; 0,7093)	-2,112
β26,3	-0,02592	0,3619	-0,0211	(-0,7509 ; 0,6747)	-2,047
β26,4	-0,06852	0,4636	-0,05479	(-1,017 ; 0,8033)	-2,425
β27,1	-1,022	0,5821	-0,9883	(-2,272 ; 0,01614)	-0,5843
β27,2	-0,1456	0,4531	-0,1395	(-1,049 ; 0,7287)	-1,862
β27,3	-0,7721	0,4923	-0,745	(-1,816 ; 0,1203)	0,4426
β27,4	-1,226	0,7176	-1,18	(-2,746 ; 0,06251)	-1,266
β28,1	-0,4408	0,3723	-0,4297	(-1,205 ; 0,2611)	-0,9463
β28,2	-0,3963	0,346	-0,3885	(-1,097 ; 0,2656)	0,03028
β28,3	-0,342	0,3317	-0,3378	(-1,006 ; 0,2965)	-2,07
β28,4	-0,6117	0,4384	-0,6002	(-1,506 ; 0,2138)	-0,1479
β29,1	-0,2014	0,3329	-0,1929	(-0,8767 ; 0,4283)	-2,033
β29,2	0,3847	0,2892	0,3843	(-0,1813 ; 0,9562)	-0,53
β29,3	0,2945	0,2908	0,2946	(-0,2765 ; 0,8676)	-0,3826
β29,4	0,1878	0,3387	0,1926	(-0,4928 ; 0,8385)	-0,06473
β30,1	0,8663	0,6259	0,8671	(-0,3808 ; 2,091)	2,23
β30,2	0,8652	0,5632	0,8629	(-0,2368 ; 1,978)	1,377
β30,3	0,8042	0,5424	0,8014	(-0,2643 ; 1,865)	1,001
β30,4	2,013	0,7058	2,033	(0,5696 ; 3,328)	1,863
β31,1	0,4058	0,4278	0,405	(-0,4299 ; 1,245)	0,9608
β31,2	-0,08751	0,4251	-0,08069	(-0,9399 ; 0,7308)	0,811
β31,3	-0,01569	0,414	-0,00951	(-0,8508 ; 0,7841)	1,084
β31,4	0,005348	0,5425	0,01725	(-1,09 ; 1,042)	1,046
β32,1	1,183	0,593	1,186	(0,01063 ; 2,347)	0,3787
β32,2	1,149	0,5368	1,147	(0,09612 ; 2,205)	1,042
β32,3	0,984	0,5204	0,985	(-0,05506 ; 1,994)	0,3461
β32,4	2,452	0,5938	2,473	(1,224 ; 3,554)	0,2984
β33,1	0,6413	0,5579	0,6565	(-0,5033 ; 1,695)	0,4808
β33,2	1,57	0,4904	1,559	(0,6338 ; 2,555)	2,087
β33,3	1,169	0,4788	1,164	(0,2317 ; 2,116)	-0,1108
β33,4	2,326	0,5115	2,332	(91,3 ; 3,306)	0,4092

β34,1	1,069	0,4035	1,069	(0,2769 ; 1,858)	0,2893
β34,2	0,2006	0,4262	0,2083	(-0,6645 ; 1,018)	0,409
β34,3	0,3316	0,4137	0,3326	(-0,4836 ; 1,139)	-0,3525
β34,4	0,8486	0,479	0,8628	(-0,1327 ; 1,751)	-0,3159
β35,1	-0,07975	0,299	-0,07514	(-0,678 ; 0,495)	-0,03391
β35,2	0,09194	0,279	0,09448	(-0,4628 ; 0,6358)	-0,4264
β35,3	-0,2022	0,2944	-0,1972	(-0,7952 ; 0,3621)	-0,5216
β35,4	-0,2405	0,3462	-0,2319	(-0,9474 ; 0,4162)	-1,300
β36,1	0,2191	0,4731	0,2248	(-0,7199 ; 1,134)	1,41
β36,2	0,3243	0,4446	0,3219	(-0,5409 ; 1,21)	0,9802
β36,3	-0,215	0,4608	-0,2003	(-1,17 ; 0,6551)	-0,2853
β36,4	0,3276	0,5707	0,3364	(-0,8145 ; 1,427)	0,4683
β37,1	-0,7211	0,3724	-0,7118	(-1,48 ; -0,01657)	-0,7506
β37,2	-0,4475	0,3441	-0,44	(-1,142 ; 0,2099)	-0,3183
β37,3	-0,3246	0,33	-0,3214	(-0,9793 ; 0,3172)	-1,732
β37,4	-0,8166	0,432	-0,809	(-1,687 ; 0,006034)	-1,325
β38,1	-0,399	0,4683	-0,3909	(-1,343 ; 0,5081)	-0,2198
β38,2	-0,4113	0,4468	-0,4004	(-1,324 ; 0,4328)	0,4512
β38,3	-0,5716	0,4521	-0,5539	(-1,512 ; 0,2684)	0,705
β38,4	-1,132	0,6519	-1,105	(-2,49 ; 0,07352)	-0,1011
β39,1	-0,3654	0,4157	-0,3606	(-1,196 ; 0,4384)	0,4979
β39,2	-0,548	0,4122	-0,5374	(-1,389 ; 0,2314)	1,472
β39,3	-0,6155	0,4159	-0,6017	(-1,475 ; 0,1645)	1,463
β39,4	-0,7917	0,5367	-0,7829	(-1,875 ; 0,2302)	0,2501
β40,1	-0,2892	0,4491	-0,2682	(-1,23 ; 0,5368)	-0,9266
β40,2	0,3766	0,369	0,3784	(-0,3495 ; 1,098)	-1,126
β40,3	-0,1579	0,3948	-0,1428	(-0,9771 ; 0,5813)	-1,297
β40,4	0,3405	0,448	0,3523	(-0,5711 ; 1,185)	-0,3963
β41,1	-0,709	0,4624	-0,6964	(-1,656 ; 0,1619)	-0,349
β41,2	-1,21	0,4977	-1,181	(-2,27 ; -0,3155)	-0,7098
β41,3	-0,8563	0,4364	-0,8421	(-1,759 ; -0,03921)	-0,05249
β41,1	-1,678	0,6499	-1,653	(-3,043 ; -0,4809)	-0,80
β42,1	0,8604	0,3793	0,8657	(0,1115 ; 1,596)	-1,448
β42,2	-0,02332	0,4225	-0,01141	(-0,8838 ; 0,7735)	-1,094
β42,3	0,3036	0,3853	0,3066	(-0,4578 ; 1,061)	-0,9159
β42,4	0,239	0,4965	0,2567	(-0,7972 ; 1,152)	-1,221
β43,1	-0,7116	0,5258	-0,6891	(-1,812 ; 0,256)	0,2142
β43,2	-0,6584	0,4866	-0,634	(-1,684 ; 0,2422)	-0,607
β43,3	-0,4385	0,4443	-0,4288	(-1,341 ; 0,4114)	-0,2331
β43,4	-1,263	0,703	-1,223	(-2,748 ; 0,001888)	-0,2219
β44,1	0,01548	0,5342	0,02057	(-1,055 ; 1,05)	-0,2919
β44,2	-0,5637	0,5465	-0,5347	(-1,724 ; 0,4343)	0,407
β44,3	-0,3351	0,5067	-0,318	(-1,385 ; 0,6166)	0,4028
β44,4	-0,7337	0,7593	-0,6979	(-2,323 ; 0,6565)	1,503
β12	0,5311	0,3725	0,5298	(-0,2016 ; 1,27)	1,192
β13	0,6987	0,3606	0,6982	(-0,00702 ; 1,409)	0,8951

Apêndices

β_{14}	1,13	0,3955	1,127	(0,3606 ; 1,916)	0,8063
β_{15}	2,228	0,4872	2,228	(1,266 ; 3,188)	0,4354
$\sigma\beta_{1,1}$	5,714	2,313	5,312	(2,426 ; 11,28)	0,5051
$\sigma\beta_{1,2}$	1,035	1,823	0,9962	(-2,569 ; 4,789)	-1,020
$\sigma\beta_{1,3}$	-1,44	1,945	-1,334	(-5,63 ; 2,169)	0,9401
$\sigma\beta_{1,4}$	-2,683	1,689	-2,465	(-6,59 ; 0,007339)	-1,425
$\sigma\beta_{2,1}$	1,035	1,823	0,9962	(-2,569 ; 4,789)	-1,020
$\sigma\beta_{2,2}$	7,586	2,869	7,136	(3,335 ; 14,4)	-2,134
$\sigma\beta_{2,3}$	-1,682	2,152	-1,553	(-6,367 ; 2,272)	0,8447
$\sigma\beta_{2,4}$	-3,331	1,861	-3,115	(-7,581 ; -0,2698)	1,13
$\sigma\beta_{3,1}$	-1,44	1,945	-1,334	(-5,63 ; 2,169)	0,9401
$\sigma\beta_{3,2}$	-1,682	2,152	-1,553	(-6,367 ; 2,272)	0,8447
$\sigma\beta_{3,3}$	8,218	3,143	7,725	(3,541 ; 15,65)	-0,2068
$\sigma\beta_{3,4}$	-2,268	1,897	-2,074	(-6,554 ; 0,9497)	-0,3509
$\sigma\beta_{4,1}$	-2,683	1,689	-2,465	(-6,59 ; 0,007339)	-1,425
$\sigma\beta_{4,2}$	-3,331	1,861	-3,115	(-7,581 ; -0,2698)	1,13
$\sigma\beta_{4,3}$	-2,268	1,897	-2,074	(-6,554 ; 0,9497)	-0,3509
$\sigma\beta_{4,4}$	5,129	2,026	4,8	(2,149 ; 9,971)	0,4994
$\tau\alpha$	1028	1421	481,1	(3,726 ; 5030)	0,9366
$\theta_{1,1}$	39,02	16,83	36,36	(14,12 ; 78,86)	-0,1034
$\theta_{1,2}$	52,89	20,05	49,84	(22,74 ; 100,4)	0,8657
$\theta_{1,3}$	41,08	15,78	38,85	(16,89 ; 78,18)	-0,1783
$\theta_{1,4}$	58,39	25,12	54,4	(21,62 ; 118,2)	0,8430
$\theta_{2,1}$	41	23,5	35,86	(11,37 ; 100,7)	-0,0953
$\theta_{2,2}$	33,23	17,66	29,78	(9,622 ; 77,13)	0,856
$\theta_{2,3}$	38,07	19,36	34,21	(12,2 ; 86,06)	0,5009
$\theta_{2,4}$	41,99	29,76	34,49	(7,488 ; 120,1)	-0,7588
$\theta_{3,1}$	19,79	7,773	18,69	(7,907 ; 38,05)	-0,006711
$\theta_{3,2}$	29,06	9,813	27,74	(13,7 ; 51,86)	-0,2284
$\theta_{3,3}$	25,41	8,51	24,3	(11,96 ; 44,99)	-1,710
$\theta_{3,4}$	19,85	8,576	18,47	(7,202 ; 40,37)	0,447
$\theta_{4,1}$	30,85	17,4	27,23	(8,252 ; 74,22)	-0,02755
$\theta_{4,2}$	45,15	22,72	40,58	(15,04 ; 102)	0,517
$\theta_{4,3}$	37,46	18,33	33,95	(12,5 ; 82,98)	-0,238
$\theta_{4,4}$	41,52	27,49	34,89	(8,386 ; 111,8)	0,09507
$\theta_{5,1}$	37,97	15,39	35,58	(14,89 ; 74,71)	-0,261
$\theta_{5,2}$	43,98	16,22	41,58	(19,39 ; 82,24)	3,667
$\theta_{5,3}$	41,9	14,97	39,72	(19,04 ; 77,06)	2,386
$\theta_{5,4}$	57,19	23,03	53,69	(22,68 ; 111,8)	-0,06627
$\theta_{6,1}$	54,13	21,56	50,73	(22,21 ; 105,6)	1,004
$\theta_{6,2}$	52,42	19,92	49,27	(23,15 ; 99,96)	-0,3469
$\theta_{6,3}$	48,17	17,75	45,45	(21,56 ; 90,34)	-0,3852
$\theta_{6,4}$	70,08	28,21	65,9	(27,84 ; 136,5)	0,07671
$\theta_{7,1}$	22,43	10,36	20,61	(7,644 ; 47,87)	0,2753
$\theta_{7,2}$	26,96	11,35	25,03	(10,51 ; 54,48)	0,1945
$\theta_{7,3}$	25,85	10,4	24,26	(10,43 ; 50,46)	0,5438

07,4	24,21	12,76	21,73	(6,818 ; 55,57)	-0,2638
08,1	26,63	9,999	25,23	(11,36 ; 50,06)	1,658
08,2	33,98	11,38	32,47	(16,28 ; 60,54)	0,7286
08,3	32,89	10,72	31,46	(16,22 ; 57,83)	1,359
08,4	31,22	12,21	29,42	(12,63 ; 60,03)	1,148
09,1	46,53	16,03	44,4	(21,67 ; 83,47)	-0,1183
09,2	33,9	11,9	32,41	(15,22 ; 61,57)	-0,1445
09,3	54,25	16,69	52,11	(28,04 ; 93,23)	0,6345
09,4	60,12	20,26	57,51	(28,05 ; 107)	0,04203
010,1	21,6	9,117	20,16	(8,133 ; 43,31)	-0,8831
010,2	32,08	11,64	30,38	(14,4 ; 59,4)	0,5035
010,3	28,26	10,09	26,84	(12,76 ; 51,91)	-0,4734
010,4	18,22	8,924	16,65	(5,588 ; 39,78)	-0,1660
011,1	63,07	18,95	61,06	(32,09 ; 106)	0,3088
011,2	66,66	19,63	64,59	(34,68 ; 111,2)	-1,592
011,3	68,63	19,06	66,64	(37,24 ; 111,4)	0,0788
011,4	39,84	14,5	37,83	(17,32 ; 73,48)	-0,4205
012,1	52,6	20,9	49,43	(21,26 ; 102,3)	0,5592
012,2	46,46	17,98	43,76	(19,29 ; 88,77)	1,222
012,3	55,97	20,02	53,03	(25,46 ; 103,2)	0,8364
012,4	50,77	22,54	47,01	(18,06 ; 104,5)	-0,6072
013,1	22,82	10,07	21,12	(8,335 ; 47,26)	-1,150
013,2	15,04	6,892	13,94	(4,966 ; 31,5)	-0,000867
013,3	19,19	7,998	17,95	(7,32 ; 38,32)	0,5422
013,4	11,75	6,853	10,34	(2,795 ; 28,93)	-0,4393
014,1	27,81	10,08	26,42	(12,29 ; 51,34)	-0,8252
014,2	28,35	9,717	27,08	(13,1 ; 50,79)	-0,1002
014,3	25,71	8,624	24,61	(12,04 ; 45,46)	-1,329
014,4	25,51	10,33	23,99	(9,944 ; 49,87)	-1,604
015,1	29,83	12,68	27,96	(10,79 ; 59,85)	-2,694
015,2	45,26	16,45	42,97	(20,07 ; 83,68)	0,4018
015,3	50,39	17,29	48,04	(23,7 ; 91,17)	-0,2040
015,4	30,61	14,15	28,29	(10,2 ; 64,36)	-0,8716
016,1	118,8	83,51	97,1	(26,78 ; 335,1)	1,027
016,2	109,9	72,2	92,01	(27,83 ; 296,8)	2,152
016,3	95,83	58,78	81,9	(25,56 ; 247,3)	1,415
016,4	191,4	158,2	147,2	(26,27 ; 612,7)	1,994
017,1	51,53	40,99	40,64	(8,57 ; 157,9)	-1,455
017,2	50,82	37,89	41,18	(10 ; 148,1)	-0,9522
017,3	50,06	35,35	41,39	(10,06 ; 141,1)	-0,9969
017,4	53,68	60,96	34,53	(3,935 ; 219,4)	-1,136
018,1	222,5	130	192,8	(61,52 ; 555,2)	0,3853
018,2	167,8	95,26	146,4	(48,31 ; 413,5)	-2,366
018,3	247,5	134	217,9	(80,45 ; 586,6)	-1,777
018,4	427,6	238,3	378,7	(109,7 ; 1020)	-0,2263
019,1	16,39	13,09	12,92	(2,577 ; 50,77)	-0,6968

Apêndices

019,2	16,07	11,76	13,08	(3,05 ; 46,46)	0,06698
019,3	15,8	11,28	12,96	(3,193 ; 45,11)	-0,6172
019,4	16,52	18,59	10,73	(1,209 ; 65,99)	0,03451
020,1	21,67	8,285	20,54	(8,884 ; 40,98)	-0,5062
020,2	31,52	10,4	30,13	(15,22 ; 55,8)	-1,22
020,3	25,17	8,446	24,11	(11,84 ; 44,74)	0,04629
020,4	31,53	11,72	29,94	(13,37 ; 58,84)	-1,279
021,1	73,5	19,76	71,36	(40,96 ; 117,7)	-0,7578
021,2	38,62	12,33	37,15	(18,7 ; 66,52)	-0,6813
021,3	56,37	15,59	54,65	(30,87 ; 91,65)	0,05387
021,4	81,57	21,71	79,41	(45,22 ; 129,7)	0,3758
022,1	15,09	5,892	14,27	(6,052 ; 28,9)	-1,007
022,2	24,32	7,916	23,33	(11,83 ; 42,54)	0,00213
022,3	24,82	7,752	23,88	(12,43 ; 42,63)	0,3822
022,4	13,59	5,946	12,66	(4,79 ; 27,8)	-1,205
023,1	65,6	15,77	64,12	(39,02 ; 100,5)	-1,599
023,2	31,02	9,412	30	(15,54 ; 52,17)	-0,7882
023,3	41,56	11,17	40,43	(22,95 ; 66,7)	0,0418
023,4	65,67	16,13	64,23	(38,23 ; 101,2)	3,096
024,1	31,36	11,03	29,87	(14,17 ; 57,05)	0,9559
024,2	28,78	9,827	27,53	(13,3 ; 51,55)	-0,656
024,3	41,63	12,67	39,97	(21,7 ; 70,92)	0,9997
024,4	29,82	11,57	28,18	(12,23 ; 56,91)	-1,797
025,1	34,44	11,08	33,13	(16,52 ; 59,63)	-0,000993
025,2	59,29	15,35	57,64	(33,86 ; 93,73)	0,9439
025,3	59,58	15,12	57,95	(34,9 ; 93,66)	0,1060
025,4	50,53	14,69	49,03	(26,28 ; 83,37)	1,329
026,1	25,48	9,612	24,11	(10,79 ; 47,96)	-0,3645
026,2	29,28	10,14	27,91	(13,59 ; 52,86)	-1,052
026,3	28,54	9,522	27,28	(13,6 ; 50,73)	-1,127
026,4	28,08	11,37	26,32	(11,06 ; 55,11)	-1,869
027,1	11,43	6,276	10,21	(2,896 ; 26,92)	-0,2059
027,2	25,91	11,39	23,9	(9,801 ; 53,69)	-1,140
027,3	14,11	6,604	13,04	(4,458 ; 30,03)	1,011
027,4	9,907	6,514	8,439	(1,859 ; 26,49)	-1,197
028,1	18,62	6,095	17,88	(8,887 ; 32,55)	-0,04555
028,2	19,36	6,014	18,68	(9,695 ; 33,11)	1,424
028,3	20,35	6,015	19,67	(10,61 ; 34,05)	-0,8206
028,4	15,92	5,873	15,1	(6,857 ; 29,67)	0,5239
029,1	23,5	6,721	22,84	(12,31 ; 38,41)	-1,353
029,2	41,57	9,432	40,73	(25,62 ; 62,44)	1,070
029,3	37,99	8,615	37,24	(23,31 ; 57,06)	1,03
029,4	34,37	8,727	33,62	(19,62 ; 53,58)	1,19
030,1	46,01	29,75	39,03	(10,71 ; 122,4)	1,781
030,2	45,03	27,7	38,33	(11,97 ; 116)	0,6815
030,3	42,1	25,31	36,13	(11,38 ; 106,4)	0,777

030,4	147	94,93	124,8	(30,31 ; 391,4)	1,310
031,1	25,79	8,978	24,53	(11,98 ; 46,69)	0,549
031,2	15,9	5,952	15,05	(6,827 ; 29,93)	0,7824
031,3	16,95	5,989	16,12	(7,719 ; 30,88)	0,5378
031,4	17,74	7,375	16,62	(6,729 ; 35,16)	0,8744
032,1	63,77	36,37	55,77	(17,41 ; 156,2)	-0,7189
032,2	60,84	33,42	53,48	(18,31 ; 145,2)	0,4003
032,3	51,48	27,89	45,58	(15,41 ; 121,8)	-0,4758
032,4	218,3	104	200	(70,54 ; 468,8)	-1,027
033,1	334,4	167,9	304,5	(97,3 ; 742,4)	0,4518
033,2	798,3	298,2	754,7	(346,7 ; 1498)	1,381
033,3	542,8	223,8	507,2	(211,8 ; 1080)	-0,9689
033,4	1659	487,8	1608	(856,1 ; 2745)	0,5254
034,1	158	54,03	150,3	(74,78 ; 284,3)	0,2131
034,2	67,86	27,43	63,71	(27,03 ; 133,2)	0,1551
034,3	76,46	28,65	72,38	(32,83 ; 143,9)	-0,4641
034,4	128,6	48,82	121,8	(53,27 ; 242,1)	-0,5635
035,1	31,17	7,627	30,49	(18,25 ; 48,01)	0,2394
035,2	36,83	8,249	36,08	(22,81 ; 55,13)	-0,4867
035,3	27,57	6,674	26,99	(16,13 ; 42,23)	-0,05736
035,4	26,7	7,128	26,06	(14,72 ; 42,44)	-1,325
036,1	204,2	77,15	192,8	(87,3 ; 385,6)	0,8386
036,2	224,7	78,68	213,8	(103,6 ; 409)	0,4202
036,3	132,7	50,54	125,8	(54,44 ; 250,1)	-1,256
036,4	228,6	88,17	216,2	(94,17 ; 436,2)	-0,05174
037,1	25,56	7,625	24,77	(12,91 ; 42,62)	-0,6591
037,2	33,26	8,742	32,43	(18,59 ; 52,62)	0,1218
037,3	37,44	9,23	36,56	(22 ; 58,06)	-1,512
037,4	23,37	7,436	22,53	(11,37 ; 40,29)	-1,392
038,1	11,69	4,856	10,92	(4,523 ; 23,27)	-0,6443
038,2	11,46	4,548	10,76	(4,683 ; 22,38)	0,2085
038,3	9,749	3,817	9,194	(3,965 ; 18,72)	0,5173
038,4	5,972	3,24	5,366	(1,557 ; 13,91)	-0,3313
039,1	11,69	3,928	11,19	(5,497 ; 20,71)	0,06432
039,2	9,753	3,295	9,319	(4,538 ; 17,26)	1,396
039,3	9,094	3,007	8,721	(4,307 ; 15,92)	1,326
039,4	7,824	3,146	7,364	(3,099 ; 15,24)	0,01901
040,1	26,28	11,1	24,65	(9,513 ; 52,34)	-0,54
040,2	49,5	16,95	47,08	(23,54 ; 89,25)	-0,1465
040,3	29,32	10,78	27,94	(12,41 ; 54,51)	-0,7101
040,4	48,6	18,83	45,93	(19,89 ; 93,01)	0,5967
041,1	26,08	10,51	24,48	(10,35 ; 51)	1,119
041,2	16,09	7,103	15,01	(5,477 ; 32,91)	0,2005
041,3	22,42	8,761	21,14	(8,999 ; 42,91)	0,6552
041,4	10,65	5,941	9,466	(2,665 ; 25,37)	0,04437
042,1	81,21	27,87	77,29	(38,4 ; 146,6)	-1,376

042,2	34,35	13,91	32,2	(13,55 ; 67,26)	-0,2077
042,3	46,84	17,07	44,24	(21,16 ; 87,53)	-0,6298
042,4	45,32	19,81	42,17	(15,84 ; 92,26)	-0,3986
043,1	14,99	7,444	13,61	(4,623 ; 33,23)	0,9371
043,2	15,61	7,272	14,37	(5,138 ; 33,21)	0,6175
043,3	19,11	8,207	17,76	(97,23 ; 38,84)	0,6699
043,4	9,363	6,026	7,998	(1,865 ; 24,65)	0,1197
044,1	18,51	9,615	16,59	(5,712 ; 42,65)	-0,5165
044,2	10,47	5,528	9,453	(2,883 ; 24,06)	-0,1272
044,3	12,87	6,282	11,71	(4,19 ; 28,31)	0,3043
044,4	9,67	6,674	8,083	(1,709 ; 26,75)	2,483

* Z_G = Convergência de Geweke (1992)

APÊNDICE B

CÓDIGO WinBUGS PARA O MODELO 1

```

model
{
  for (i in 1:R)
  {
    for (t in 1:T)
    {
      y[i,t] ~ dpois(mu[i,t])

      log(mu[i,t]) <- log(n[i,t]) + alpha0 + alpha[i] +(beta0 +beta[i])*ano[t]

      theta[i,t] <- exp(alpha0 + alpha[i] +(beta0 +beta[i])*ano[t])*100000

    }

    alpha[1:R]~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)
    beta[1:R]~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.beta)

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

    alpha0 ~ dflat()
    beta0 ~ dflat()

    tau.alpha~dgamma(0.5, 0.0005)
    tau.beta~dgamma(0.5, 0.0005)

  }
}

```

Neste e nos demais códigos WinBUGS utilizados nesta dissertação, *car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)* refere-se à distribuição condicional auto-regressiva (CAR) normal, onde *adj[]* é a matriz de vizinhanças, contendo a informação das áreas que são adjacentes a cada uma das áreas consideradas no modelo, *weights[]* é um vetor que permite ponderações na estrutura de vizinhança (no presente estudo, utilizamos pesos iguais em todas as adjacências), *num[]* é um vetor que contém o número de áreas adjacentes a cada uma das áreas, e *tau.alpha* é o inverso da variância da distribuição. A constante *SumNumNeig* refere-se à soma do número de vizinhanças de todas as 44 áreas consideradas no modelo.

APÊNDICE C

CÓDIGO WinBUGS PARA O MODELO 2

```
model
{
for (i in 1:R)
{
for (t in 1:T)
{
y[i,t] ~ dpois(mu[i,t])

log(mu[i,t]) <- log(n[i,t]) + alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]]

theta[i,t] <- exp(alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]])

beta[i,t] ~ dnorm(0,0.00001)

}}

alpha[1:R] ~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)

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

alpha0 ~ dflat()

tau.alpha~dgamma(0.5, 0.0005)

}
```

APÊNDICE D

CÓDIGO WinBUGS PARA OS MODELOS 3.1 e 3.2

```

model
{
  for (i in 1:R)
  {
    for (t in 1:T)
    {
      y[i,t] ~ dpois(mu[i,t])

      log(mu[i,t]) <- log(n[i,t]) + alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]]

      theta[i,t] <- exp(alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]])
    }
    beta[i,1:T] ~ dnorm(B[],sigma.beta[,])
  }

  # Para o Modelo 3.1, utilizar:
  B[1] ~ dnorm(0,0.01)
  B[2] ~ dnorm(0,0.01)
  B[3] ~ dnorm(0,0.01)
  B[4] ~ dnorm(0,0.01)

  # Para o Modelo 3.2, utilizar:
  B[1] <- 0
  B[2] <- 0
  B[3] <- 0
  B[4] <- 0

  sigma.beta[1:T,1:T] ~ dwish(S[,],T)

  alpha[1:R] ~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)

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

  alpha0 ~ dflat()

  tau.alpha~dgamma(0.5, 0.0005)

}

```

APÊNDICE E

CÓDIGO WinBUGS PARA OS MODELOS 4.1 a 4.4

```
model
{
  for (i in 1:R) {
    for (t in 1:T) {
      y[i,t] ~ dpois(mu[i,t])
      log(mu[i,t]) <- log(n[i,t]) + alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]]
      theta[i,t] <- exp(alpha0 + alpha[i] + beta[i,ano[t]])
    }
    beta[i,1:T] ~ dmnorm(B[],precision[,])
  }
  B[1] <- 0
  B[2] <- 0
  B[3] <- 0
  B[4] <- 0
  sigma.beta[1,1] <- theta1
  sigma.beta[2,2] <- theta1
  sigma.beta[3,3] <- theta1
  sigma.beta[4,4] <- theta1

  sigma.beta[1,2] <- theta1*exp(-theta2)
  sigma.beta[2,3] <- theta1*exp(-theta2)
  sigma.beta[3,4] <- theta1*exp(-theta2)
  sigma.beta[2,1] <- theta1*exp(-theta2)
  sigma.beta[3,2] <- theta1*exp(-theta2)
  sigma.beta[4,3] <- theta1*exp(-theta2)

  sigma.beta[1,3] <- theta1*exp(-2*theta2)
  sigma.beta[2,4] <- theta1*exp(-2*theta2)
  sigma.beta[3,1] <- theta1*exp(-2*theta2)
  sigma.beta[4,2] <- theta1*exp(-2*theta2)

  sigma.beta[1,4] <- theta1*exp(-3*theta2)
  sigma.beta[4,1] <- theta1*exp(-3*theta2)

  precision[1:T,1:T] <- inverse(sigma.beta[1:T,1:T])

  # Para o Modelo 4.1, utilizar:
  theta1 ~ dgamma(0.1,0.1)
  theta2 ~ dgamma(0.1,0.1)

  # Para o Modelo 4.2, utilizar:
  theta1 ~ dgamma(0.1,0.1)
  theta2 ~ dgamma(0.01,0.01)

  # Para o Modelo 4.3, utilizar:
  theta1 ~ dgamma(0.5, 0.0005)
  theta2 ~ dgamma(0.5, 0.0005)

  # Para o Modelo 4.4, utilizar:
  theta1 ~ dunif(0,100)
  theta2 ~ dunif(0,100)

  alpha[1:R] ~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)
  for( j in 1: SumNumNeig) { weights[j] <- 1 }
  alpha0 ~ dflat()
  tau.alpha~dgamma(0.5, 0.0005)
}
```

APÊNDICE F
CÓDIGO WinBUGS PARA O MODELO 5

```

model
{

for (i in 1:R)
{
for (t in 1:T)
{
y[i,t] ~ dpois(mu[i,t])

log(mu[i,t]) <- log(n[i,t]) + alpha0 + alpha[i] + g[i,t]

theta[i,t] <- exp(alpha0 + alpha[i] + g[i,t])*100000

g[i,t] <- a0[i] + a1[i]*cos(pi*(t-0.5)/4) + a2[i]*cos(2*pi*(t-0.5)/4) + a3[i]*cos(3*pi*(t-0.5)/4) + a4[i]*cos(4*pi*(t-0.5)/4)
}

a0[i] ~ dnorm(0,sigma.alpha)
a1[i] ~ dnorm(0,sigma.alpha)
a2[i] ~ dnorm(0,sigma.alpha)
a3[i] ~ dnorm(0,sigma.alpha)
a4[i] ~ dnorm(0,sigma.alpha)

}

sigma.alpha~dgamma(0.1,0.1)

alpha[1:R] ~car.normal(adj[], weights[], num[], tau.alpha)

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

alpha0 ~ dflat()

tau.alpha~dgamma(0.5, 0.0005)

}

```

APÊNDICE G

TABELA DA INCIDÊNCIA DE CASOS DE TB EM RIBEIRÃO PRETO NOS ANOS DE 2006 a 2009

Área	Responsabilidade Sanitária	2006	2007	2008	2009
1. Heitor Rigon	UBS Heitor Rigon	16,65	51,08	16,70	82,76
2. Geraldo Correia de Carvalho	USF Geraldo C. de Carvalho	49,67	0	49,80	49,35
3. Marincek	UBS Marincek	12,55	32,08	25,17	18,71
4. Valentina Figueiredo	UBS Valentina Figueiredo	0	82,30	40,37	40,01
5. Adelino Simioni	UBS Adelino Simioni	27,77	42,58	41,77	69,00
6. Estação do Alto	USF Estação do Alto	67,52	69,03	50,77	67,10
7. Quintino II	UBDS Quintino II	13,02	26,62	26,11	25,87
8. Avelino Palma	UBS Avelino Palma	22,36	38,10	37,37	29,63
9. Quintino I	UBS Quintino I	46,24	18,91	74,19	64,34
10. Vila Mariana	UBS Vila Mariana	16,63	42,52	33,36	8,26
11. Jardim Aeroporto	UBS Jardim Aeroporto	55,68	56,93	63,81	39,53
12. Ribeirão Verde	UBS Ribeirão Verde	50,92	34,71	68,08	50,61
13. Dom Mielle	UBS Dom Mielle	26,09	0	17,44	8,64
14. José Sampaio	UBS José Sampaio	26,94	27,54	20,26	26,77
15. Maria Casagrande	UBS Maria Casagrande	11,66	47,68	70,15	23,17
16. Eugênio Mendes Lopes	USF Eugênio Mendes Lopes	304,87	311,52	0	303,03
17. Portal do Alto	USF Portal do Alto	0	0	0	0
18. Jardim Paiva	UBS Jardim Paiva	405,67	207,46	813,00	403,22
19. Campus da USP	UBDS Sumarezinho	0	0	0	0
20. Vila Lobato	UBS Vila Lobato	12,87	32,78	19,29	38,24
21. Sumarezinho	UBDS Sumarezinho	84,79	28,89	63,77	84,27
22. Ipiranga	UBS Ipiranga	8,94	27,41	31,37	8,88
23. Vila Recreio	UBS Vila Recreio	72,39	19,73	38,71	71,95
24. Dutra	UBS Dutra	27,78	21,30	55,71	27,61
25. Vila Albertina	UBS Vila Albertina	28,19	69,16	73,49	44,82
26. Vila Tibério I	UBS Vila Tibério I	21,85	29,78	29,21	28,95
27. Vila Tibério II	UBS Vila Tibério II	0	50,70	0	0

28. Central	UBDS Central	16,51	16,88	19,87	16,41
29. Campos Elíseos	UBS Campos Elíseos	19,50	45,57	41,90	33,22
30. Campus Moura Lacerda	UBS Campos Elíseos	0	0	0	364,63
31. João Rossi	UBS João Rossi	34,49	15,11	14,82	14,69
32. Jardim Recreio	UBDS Vila Virgínia	62,57	63,97	0	373,13
33. Jardim Itaú	UBDS Vila Virgínia	0	1170,56	656,81	1951,22
34. Adão do Carmo	UBS Adão do Carmo	234,19	53,20	52,19	129,99
35. Vila Virgínia	UBDS Vila Virgínia	32,42	40,80	25,01	24,78
36. Maria das Graças	UBS Maria das Graças	247,27	303,33	0	245,70
37. Parque Ribeirão	UBS Parque Ribeirão	20,08	30,80	40,27	23,28
38. Santa Cruz	UBS Santa Cruz	14,84	15,18	7,44	0
39. Castelo Branco	UBDS Castelo Branco	12,18	8,30	6,10	8,07
40. Jardim Zara	USF Jardim Zara	10,39	63,73	10,41	61,95
41. Vila Abranches	UBS Vila Abranches	28,28	0	21,27	7,02
42. Jardim Juliana	UBS Jardim Juliana	123,15	27,97	54,87	27,19
43. São José	UBS São José	9,56	9,77	28,76	0
44. Bonfim Paulista	UBS Bonfim Paulista	34,62	0	11,57	0

APÊNDICE H

TABELA DA MÉDIA AJUSTADA DA INCIDÊNCIA DE CASOS DE TB PELO MELHOR MODELO PARA RIBEIRÃO PRETO NOS ANOS DE 2006 a 2009

Área	Responsabilidade Sanitária	2006	2007	2008	2009
1. Heitor Rigon	UBS Heitor Rigon	34,85	47,90	36,60	58,31
2. Geraldo Correia de Carvalho	USF Geraldo C. de Carvalho	40,75	33,78	38,23	41,01
3. Marincek	UBS Marincek	19,95	28,17	25,13	19,96
4. Valentina Figueiredo	UBS Valentina Figueiredo	32,14	47,81	39,45	42,62
5. Adelino Simioni	UBS Adelino Simioni	38,48	45,65	43,24	56,25
6. Estação do Alto	USF Estação do Alto	57,71	59,72	53,29	69,05
7. Quintino II	UBDS Quintino II	23,71	27,37	26,81	23,71
8. Avelino Palma	UBS Avelino Palma	28,14	35,59	34,43	30,73
9. Quintino I	UBS Quintino I	48,44	37,09	57,33	58,37
10. Vila Mariana	UBS Vila Mariana	22,06	31,75	28,47	18,79
11. Jardim Aeroporto	UBS Jardim Aeroporto	50,31	51,69	54,53	48,82
12. Ribeirão Verde	UBS Ribeirão Verde	47,96	43,30	51,38	52,28
13. Dom Mielle	UBS Dom Mielle	21,89	12,79	17,38	11,14
14. José Sampaio	UBS José Sampaio	27,90	27,61	25,42	25,35
15. Maria Casagrande	UBS Maria Casagrande	27,20	41,86	46,56	32,55
16. Eugênio Mendes Lopes	USF Eugênio Mendes Lopes	107,50	120,20	95,29	198,10
17. Portal do Alto	USF Portal do Alto	36,86	37,05	36,00	40,42
18. Jardim Paiva	UBS Jardim Paiva	212,00	214,20	270,90	464,40
19. Campus da USP	UBDS Sumarezinho	25,85	24,71	24,87	22,12
20. Vila Lobato	UBS Vila Lobato	22,94	32,17	26,09	30,58
21. Sumarezinho	UBDS Sumarezinho	75,46	42,49	59,36	79,25
22. Ipiranga	UBS Ipiranga	15,89	24,32	25,43	13,68
23. Vila Recreio	UBS Vila Recreio	65,46	31,61	41,73	64,56
24. Dutra	UBS Dutra	31,41	28,84	41,74	29,84
25. Vila Albertina	UBS Vila Albertina	35,18	62,15	61,65	50,38
26. Vila Tibério I	UBS Vila Tibério I	26,73	30,09	29,52	27,52

27. Vila Tibério II	UBS Vila Tibério II	12,38	25,08	14,40	10,16
28. Central	UBDS Central	19,09	18,81	20,29	15,62
29. Campos Elíseos	UBS Campos Elíseos	24,43	43,00	39,17	33,78
30. Campus Moura Lacerda	UBS Campos Elíseos	66,75	74,90	66,54	159,40
31. João Rossi	UBS João Rossi	28,68	18,03	19,41	16,22
32. Jardim Recreio	UBDS Vila Virgínia	87,87	98,22	78,63	221,70
33. Jardim Itaú	UBDS Vila Virgínia	239,20	767,20	457,80	1731,0
34. Adão do Carmo	UBS Adão do Carmo	148,80	68,81	73,19	131,10
35. Vila Virgínia	UBDS Vila Virgínia	31,36	36,93	27,73	26,81
36. Maria das Graças	UBS Maria das Graças	151,40	181,90	97,87	251,70
37. Parque Ribeirão	UBS Parque Ribeirão	24,15	30,89	35,36	24,78
38. Santa Cruz	UBS Santa Cruz	13,39	12,14	10,97	5,64
39. Castelo Branco	UBDS Castelo Branco	12,89	9,96	9,80	7,11
40. Jardim Zara	USF Jardim Zara	26,99	50,35	30,18	47,94
41. Vila Abranches	UBS Vila Abranches	22,79	12,06	18,15	10,75
42. Jardim Juliana	UBS Jardim Juliana	80,77	36,47	47,96	45,66
43. São José	UBS São José	15,34	14,40	18,51	9,20
44. Bonfim Paulista	UBS Bonfim Paulista	21,76	11,77	15,05	9,21

ANEXO

ANEXO A

Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

Ribeirão Preto, 08 de dezembro de 2009

Ofício nº 4095/2009
CEP/MGV

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“TÉCNICAS ESTATÍSTICAS E ANÁLISE ESPACIAL APLICADAS EM DADOS DE TUBERCULOSE: USO DE UM MODELO BAYESIANO AUTO-REGRESSIVO CONDICIONAL E OUTRAS TÉCNICAS TRADICIONAIS”** foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 300ª Reunião Ordinária realizada em 07/12/2009 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, de acordo com o Processo HCRP nº 11304/2009.

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

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

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Vice-Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

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