

Emerson Augusto Baptista

**Mortalidade por doenças
cardiovasculares na população adulta:
um estudo têmporo-espacial e
demográfico para as microrregiões
brasileiras entre 1996 e 2010**

Belo Horizonte, MG
UFMG/Cedeplar
2015

Emerson Augusto Baptista

Mortalidade por doenças cardiovasculares na população adulta: um estudo têmporo-espacial e demográfico para as microrregiões brasileiras entre 1996 e 2010

Tese apresentada ao curso de Demografia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutor em Demografia.

Orientador: Prof. Bernardo Lanza Queiroz

Co-orientador: Prof. José Irineu Rangel Rigotti

Belo Horizonte, MG
Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional
Faculdade de Ciências Econômicas - UFMG
2015

Ficha Catalográfica

B222m
2015

Baptista, Emerson Augusto.
Mortalidade por doenças cardiovasculares na população adulta
[manuscrito]: um estudo têmporo-espacial e demográfico para as
microrregiões brasileiras entre 1996 e 2010 / Emerson Augusto
Baptista. – 2015.
xvii, 112 f.: il., gráfs. e tabs.

Orientador: Bernardo Lanza Queiroz.
Coorientador: José Irineu Rangel Rigotti.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Centro
de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
Inclui bibliografia (f. 87 -95)

1. Mortalidade – Brasil – Teses. 2. Sistema cardiovascular –
Doenças – Teses. 3. Demografia – Teses. I. Queiroz, Bernardo
Lanza. II. Rigotti, José Irineu Rangel. III. Universidade Federal de
Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.
IV. Título.

CDD: 304.64981

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG – NMM049/2015

Aos meus familiares e amigos

AGRADECIMENTOS

A Deus, por muitas vezes ser meu único refúgio.

Aos meus pais que, apesar da distância geográfica, nunca deixaram de estar presentes, se preocupar, me apoiar e incentivar em todos os momentos da minha vida. Vocês que sempre investiram em meus sonhos como forma de realizar os seus próprios, o meu amor, respeito, carinho e minha admiração. Aproveito também para pedir desculpas pelos muitos momentos de ausência e para dizer que estes sonhos e conquistas pertencem mais a vocês do que a mim. Vocês são as pessoas mais importantes da minha vida, embora, talvez, nunca tenha dito isso pessoalmente.

A Fê, minha esposa, amiga, parceira, confidente... meu porto seguro... meu amor. Neste tempo que estamos juntos aprendi a te admirar ainda mais. Você é única e especial. Você é a melhor parte de mim! Qualquer agradecimento que eu fizer ou palavra que eu disser será minúsculo diante de tudo que você representa e é na minha vida. Talvez as palavras de Neruda consigam retratar um pouco daquilo que sinto por você. “Não te amo como se fosses rosa de sal, topázio ou flecha de cravos que propagam o fogo: amo-te como se amam certas coisas obscuras, secretamente, entre a sombra e a alma... Te amo sem saber como, nem quando, nem onde. Te amo diretamente, sem problemas nem orgulho: assim te amo porque não sei amar de outra maneira...”. Um agradecimento especial aos meus sogros Manuel e Nenzinha pelo carinho que sempre me receberam.

Aos meus avós Orlando e Neuza, exemplos de superação, dignidade, honestidade, luta, carinho e amor. Meus mais puros e sinceros sentimentos. Vocês não podem dimensionar o quanto saio fortalecido todas as vezes que eu os encontro, especialmente quando estes momentos acontecem na “roça”. Amo vocês!

Aos meus irmãos Ana e Marcus pelo amor, carinho, paciência e companheirismo. E aos meus cunhados Thiago e Lívia por cuidarem de forma tão carinhosa e paciente dos meus irmãos.

Aos meus queridos e amados tios Otoniel e Letícia, e aos meus primos Marcelo, Lú e Gustavo, meu amor e meus mais profundos sentimentos. Vocês foram minha base e família nos meus primeiros anos de Belo Horizonte e, ainda hoje, os são. Certa vez li que a gratidão é a memória do coração, por isso mesmo vocês sempre estarão presentes na minha vida.

Aos grandes e verdadeiros TXAIs* da minha vida: Fê, Ana, Marcus (Markim), Gláucio (Jacaré), Gustavo (Cabeça), Isadora, Luciana (Lú/Teninha), Luiz Felipe (Felipe/Bart), Raquel, Renato (Barrichello), Thiago (Joselito) e respectivas (os). Peço desculpas por em algum momento ter falhado como amigo e pelos momentos de ausência. Agradeço a Deus diariamente por todos os momentos que compartilhamos (viagens, festas, encontros, etc). Como dizia o poeta: “Tenho amigos que não sabem o quanto são meus amigos. Não percebem o amor que lhes devoto e a absoluta necessidade que tenho deles... se um deles morrer, eu ficarei torto para um lado. Se todos eles morrerem, eu desabo! Por isso é que, sem que eles saibam, eu rezo pela vida deles. E me envergonho, porque essa minha prece é, em síntese, dirigida ao meu bem estar. Ela é, talvez, fruto do meu egoísmo...”. Ao pequeno Gui, por me fazer mais “verdadeiro” e inocente quando estamos juntos.

Aos amigos igualmente importantes: Carlos Wagner (CW), Carlos (Carlão), Járvis, Luísa, Marcelo e Rivana. Espero não ter me esquecido de ninguém, embora, esse risco sempre exista.

Ao meu orientador Bernardo Lanza. Graças a Deus, no meio acadêmico, sempre tive a sorte de trabalhar e conhecer pessoas sérias, comprometidas com o saber, generosas e que me levaram adiante. Você certamente é uma dessas pessoas. Seu perfil de cobrança, perfeição e disciplina me ajudaram a ir mais longe. Quantas e quantas vezes, por dias seguidos, eu abri meu email e lá estavam diversas sugestões bibliográficas para leitura? Outras tantas eu mandava uma versão da tese sexta-feira e no sábado de manhã já estava corrigida e com comentários na minha caixa de entrada. Minha sorte foi que luri nasceu nesta reta

* TXAI significa, na língua dos índios Kaxinawá, que vivem no Acre, "mais que amigo, mais que irmão, a metade de mim que vive em você é a metade de você que habita em mim.

final! Enfim, gostaria de agradecê-lo por todas as conversas, críticas e ensinamentos que me proporcionou ao longo destes dois últimos anos. Sob sua orientação, sem dúvida nenhuma, pude crescer e amadurecer cientificamente. Bernardo, você é um verdadeiro orientador! Contudo, e se não bastasse, consegui algo ainda mais grandioso ao te conhecer: seu respeito, carinho e amizade. Obrigado!

Ao meu amigo, professor e co-orientador Irineu. Lá se vão 10 anos desde que nos conhecemos, eu ainda na graduação e você recém-chegado de um pós-doc nos EUA. Neste período nossa convivência extrapolou a relação professor-aluno e se transformou em amizade. Aliás, a escolha pela Demografia foi única e exclusivamente influência sua. Ao longo destes anos minha admiração, carinho e respeito por você só aumentaram. Certa vez lhe disse que li ou escutei dizer que a maior alegria de um verdadeiro Mestre/Professor era ver seu discípulo/pupilo superá-lo. Para que isso aconteça o Mestre ensina e passa tudo aquilo que aprendeu ao longo de sua caminhada, de seu aprendizado. Ensina e procura orientar os caminhos a serem percorridos. Bem, gostaria de externar isso agora e dizer que é desta forma que lhe enxergo. Sem se preocupar em passar o conhecimento que adquiriu ao longo de seus anos de estudo, sem querer obter nada em troca, apenas por ter a felicidade de ver mais um "filho" conseguindo e alcançando trilhar seu próprio caminho. Mais uma vez obrigado pelos ensinamentos e a rica convivência, que se estende a Luca e Malu.

Aos colegas que não arriscarei nomear por correr o risco de esquecer alguém, afinal, foram muitas disciplinas e outros tantos rostos. Não poderia, entretanto, deixar de mencionar a coorte 2011, da qual faço parte e me sinto privilegiado por poder ter dividido inúmeros momentos difíceis e alegres, de apoio, risadas, elogios e críticas ao longo de toda minha trajetória no CEDEPLAR. A esses colegas, sintam-se todos representados por Cristiano, Jarvis, Léo e Raquel, quatro dos bons amigos que fiz neste período de curso.

Aos professores que convivi diariamente nos meus últimos 4 anos. Os ensinamentos, as conversas, críticas e conselhos sempre dados com intuito de me verem crescer e evoluir nas escolhas que fiz.

Aos professores Carla Jorge Machado (UFMG), Flávio Henrique Miranda de Araújo Freire (UFRN), Jerônimo Muniz (UFMG) e Jair Lício Ferreira Santos (USP), membros da banca examinadora, pelas valiosas sugestões e discussão no mais alto nível. Um agradecimento especial aos professores do Cedeplar Cássio Maldonado Turra e Laura Wong pelos conselhos e apontamentos em cima do projeto de qualificação.

Ao pessoal da secretaria de pós-graduação, em especial, Sebastião, Andréa, Cecília e Cleuza pela paciência, carinho e gentileza diante de tantas solicitações que fiz. Ainda na parte administrativa, um agradecimento merecido ao Dudu, do IPEAD; Ricardo do financeiro; toda equipe da rede face por inúmeras vezes terem me socorrido; Ana pelo café que me manteve alerta por infinitas tardes.

Ao Galo, também conhecido como Clube Atlético Mineiro, por me proporcionar momentos inesquecíveis e mágicos ao longo dos últimos anos, como os títulos da Libertadores, o qual presenciei de perto, e da Copa do Brasil. Por muitas vezes foram nestes jogos que recarreguei/descarreguei as energias para continuar com os estudos do doutorado. Um agradecimento mais que especial vai para “São Victor”, quando defendeu, dentre outros, aquele pênalti histórico contra o Tijuana no último minuto de jogo me fazendo chorar nas arquibancadas do Independência. Obrigado Victor, você é o maior ídolo da nossa história centenária!

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização de mais esta etapa.

“... Nobody said it was easy... No one ever said it would be so hard. I'm going back to the start” (The Scientist – Coldplay).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS (É OPCIONAL)

CEDEPLAR – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional

CID – Classificação Internacional de Doenças

DCNT – Doenças Crônicas não Transmissíveis

DCVC – Doenças Cardiovasculares

DESA – Department of Economic and Social Affairs

DIC – Doença Isquêmica do Coração

DM – Diabetes Mellitus

EUA – Estados Unidos da América

GGB – General Growth Balance

HAS – Hipertensão Arterial Sistêmica

HDL – Colesterol diminuídos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IHME – Institute for Health Metrics and Evaluation

LDL – Colesterol Elevado

LISA – Local Indicators of Spatial Association

OMS – Organização Mundial de Saúde

TBM – Taxa Bruta de Mortalidade

TBM^s – Taxa Bruta de Mortalidade Padronizadas

SEB – Spatial Empirical Bayes

SEG – Synthetic Extinct Generations

SEG-adj – Adjusted Synthetic Extinct Generations

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

WHO – World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DA LITERATURA	10
2.1 Transição Epidemiológica	10
2.2 Doenças Cardiovasculares (DCVC)	14
2.2.1 Background	14
2.2.2 DCVC: onde esta tese se insere?	18
2.3 Análise Espacial de Dados Geográficos.....	21
3 DADOS E MÉTODOS	30
3.1 População em estudo, nível de análise e fonte de informações.....	30
3.2 Limitações	32
3.3 Padronização	33
3.4 Suavização.....	35
3.5 Decomposição.....	38
3.6 Autocorrelação Espacial.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Taxas Brutas de Mortalidade Cardiovascular	43
4.2 Estrutura de Mortalidade Cardiovascular das Microrregiões Brasileiras	46
4.3 Taxas Brutas Padronizadas (TBM ^s) de Mortalidade Cardiovascular	50
4.4 Suavização Espacial das Taxas Brutas de Mortalidade Cardiovascular	59
4.5 Decomposição das Taxas Brutas Padronizadas (TBM ^s) de Mortalidade Cardiovascular	63
4.6 Autocorrelação Espacial.....	71
5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
Agenda de pesquisa futura.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – TOTAL DE MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES, AMBOS OS SEXOS, BRASIL.....	15
FIGURA 2 – PERCENTUAL DE MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NO TOTAL DE ÓBITOS, POR SEXO, BRASIL.	15
FIGURA 3 – TAXA BRUTA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR TOTAL (X100), AMBOS OS SEXOS, BRASIL.	17
FIGURA 4 – BRASIL, MUDANÇAS NA EXPECTATIVA DE VIDA AO NASCER NO PERÍODO DE 1990 A 2013 PARA AMBOS OS SEXOS E POR GRUPOS DE CAUSA.	17
FIGURA 5 – MAPA DA CIDADE DE LONDRES COM CASOS DE CÓLERA (PONTOS) E POÇOS DE ÁGUA (BANDEIRAS)	25
FIGURA 6 – TIPOS DE PESOS ESPACIAIS – QUEEN (ESQUERDA) E ROOK (DIREITA).....	42
FIGURA 7 – TAXA BRUTA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C).....	47
FIGURA 8 – TAXA BRUTA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C).....	48
FIGURA 9 – TAXAS ESPECÍFICAS DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR, POPULAÇÃO ADULTA, MICRORREGIÕES SELECIONADAS ALEATORIAMENTE, BRASIL, 2006-2010.....	50
FIGURA 10 – TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA PELO MÉTODO DIRETO, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	53
FIGURA 11 – TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA PELO	

MÉTODO DIRETO, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	54
FIGURA 12 – TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA PELO MÉTODO INDIRETO, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	57
FIGURA 13 – TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) NA POPULAÇÃO ADULTA PELO MÉTODO INDIRETO, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	58
FIGURA 14 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TAXA BAYESIANA ESPACIAL DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) VS TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000), HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL	61
FIGURA 15 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO DA TAXA BAYESIANA ESPACIAL DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000) VS TAXA BRUTA PADRONIZADA DE MORTALIDADE CARDIOVASCULAR (X1000), MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL	62
FIGURA 16 – SUAVIZAÇÃO ESPACIAL DA TAXA EMPÍRICA DE BAYES DE MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C).....	64
FIGURA 17 – SUAVIZAÇÃO ESPACIAL DA TAXA EMPÍRICA DE BAYES DE MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C).....	65
TABELA 1 – DECOMPOSIÇÃO DAS TAXAS BRUTAS DE MORTALIDADE POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES PARA OS HOMENS NOS QUINQUÊNIOS 1996-2000, 2001-2005 E 2006-2010. VALORES MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO DAS MICRORREGIÕES.....	67

TABELA 2 – DECOMPOSIÇÃO DAS TAXAS BRUTAS DE MORTALIDADE POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES PARA AS MULHERES NOS QUINQUÊNIOS 1996-2000, 2001-2005 E 2006-2010. VALORES MÉDIO, MÍNIMO E MÁXIMO DAS MICRORREGIÕES.....	67
FIGURA 18 – EFEITO DA ESTRUTURA ETÁRIA (EFEITO IDADE), POPULAÇÃO ADULTA, HOMENS – QUINQUÊNIO 2006-2010.....	70
FIGURA 19 – EFEITO DO NÍVEL DE MORTALIDADE (EFEITO TAXA), POPULAÇÃO ADULTA, HOMENS – QUINQUÊNIO 2006-2010.....	71
FIGURA 20 – <i>LISA CLUSTER MAP</i> PARA MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA COM DADOS DA PADRONIZAÇÃO DIRETA, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	75
FIGURA 21 – <i>LISA CLUSTER MAP</i> PARA MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA COM DADOS DA PADRONIZAÇÃO DIRETA, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	76
FIGURA 22 – <i>LISA CLUSTER MAP</i> PARA MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA COM DADOS DA PADRONIZAÇÃO INDIRETA, HOMENS, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	78
FIGURA 23 – <i>LISA CLUSTER MAP</i> PARA MORTES POR DOENÇAS CARDIOVASCULARES NA POPULAÇÃO ADULTA COM DADOS DA PADRONIZAÇÃO INDIRETA, MULHERES, MICRORREGIÕES, BRASIL - QUINQUÊNIOS 1996-2000(A), 2001-2005(B) E 2006-2010(C)	79

RESUMO

O conjunto de mortes por doenças cardiovasculares é um dos mais importantes problemas de saúde na atualidade, pois representam a principal causa de morte em todo o mundo, inclusive no Brasil (algo em torno de 30% nos anos mais recentes, de acordo com os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/DATASUS). Entretanto, a mortalidade devido a essa causa começa a apresentar tendência declinante em diversos países, paralelamente ao estágio que esses se encontram no processo de transição demográfica e/ou epidemiológica.

Diante disso, o objetivo principal desta tese é verificar e analisar as variações espaciais e temporais dos óbitos por doenças cardiovasculares (DCVC) na população adulta (acima de 30 anos), por sexo, nas microrregiões brasileiras, no período de 1996 a 2010. Para tanto, foram utilizados os dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/DATASUS, capítulo IX, da Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-BR-10). A análise dos dados envolveu diferentes etapas. Em primeiro lugar, a qualidade dos dados foi verificada e o sub-registro dos óbitos corrigidos. Em segundo lugar, aplicamos dois métodos alternativos para melhorar as estimativas de mortalidade por idade, quais sejam, padronização e suavização via estatística bayesiana. Com base nessas estimativas, foi possível realizar um exercício de decomposição para verificar os efeitos de taxa e de estrutura etária do diferencial de mortalidade observados e, posteriormente, métodos de análise espacial para discutir a evolução da mortalidade por doenças cardiovasculares no país.

Os resultados sugerem que, dada à correção do sub-registro, há uma diminuição nas taxas de mortes por doenças cardiovasculares com o passar dos anos. Além disso, a distribuição espacial, de maneira geral, apresenta alterações ao longo do período em estudo. Enquanto nos anos iniciais, primeiro quinquênio, as taxas mais altas de mortes por doenças cardiovasculares tendem a se concentrar nas microrregiões das regiões Sul e Sudeste do Brasil, notoriamente as regiões socioeconomicamente mais desenvolvidas do país, nos anos finais as taxas mais

elevadas se apresentam nas microrregiões das regiões Norte e Nordeste, com destaque para a última.

Estes achados indicam que a transição epidemiológica brasileira não é uniforme entre e mesmo dentro dos próprios estados. Ademais, estes resultados possibilitam que gestores públicos conheçam melhor a realidade de suas regiões e população e, logo, projetem políticas de saúde que visam melhorar à qualidade de vida das pessoas.

Palavras-chave: mortalidade; mortalidade por doenças cardiovasculares; Demografia; análise espacial; microrregiões brasileiras.

ABSTRACT

The number of deaths by cardiovascular diseases is one of most important health problems in the present because they represent the leading cause of death worldwide, including Brazil (somewhere around 30% in recent years, according to data from the Mortality Information System - SIM/DATASUS). However, mortality from this cause begins to show a declining trend in many countries in parallel to the stage that these are in the process of demographic transition and/or epidemiological.

Thus, the main objective of this dissertation is to check and analyze the spatial and temporal variations of deaths from cardiovascular disease in the adult population (over 30 years), by sex, in Brazilian micro-regions, in the 1996-2010 period. To this end, data from the Mortality Information System were used - SIM/DATASUS, Chapter IX, of the Tenth Revision of the International Classification of Diseases. The data analysis involved different steps. First, the quality of the data was checked and the under registration of deaths corrected. Second, we apply two alternative methods to improve estimates of mortality by age, namely, standardization and smoothing via Bayesian statistics. Based on these estimates was possible to perform an exercise of decomposition to verify the effects of rate and age structure of the observed mortality differential and, thereafter spatial analysis methods to discuss the evolution of mortality from cardiovascular disease in the country.

The results suggest that, given the correction of under registration, there is a decrease in the rates of deaths from cardiovascular disease with the passing of years. Moreover, the spatial distribution, in general, shows changes over the study period. While in the initial years, the first five years, the highest rates of deaths from cardiovascular disease tend to be concentrated in the micro-regions of South and Southeast regions of Brazil, notably the more developed regions of the country, in the final years the highest rates are presented in micro-regions of the North and Northeast regions, especially the last.

These findings indicate that the Brazilian epidemiological transition is not uniform between and even within their own states. Moreover, these results enable policy makers better know the reality of their regions and population and thus to design health policies that aim to improve the quality of life.

Keywords: mortality; cardiovascular disease mortality; Demography; spatial analysis; Brazilian micro-regions.

1 INTRODUÇÃO

A partir das últimas décadas do século passado, seguindo tendência mundial, observa-se no Brasil dois processos que tem produzido importantes mudanças no perfil das doenças ocorrentes em sua população. O primeiro, a Transição Demográfica (THOMPSON, 1929; NOTESTEIN, 1945; DAVIS, 1945; LEE, 2003), com significativa diminuição das taxas de mortalidade, fecundidade e aumentos substanciais na expectativa de vida. Como resultado, e logo após um crescimento da população em idade adulta (15 a 59 anos), verifica-se progressivo aumento da proporção de idosos em relação aos demais grupos etários, tendência que deverá se ampliar nas próximas décadas, inclusive no Brasil. De acordo com estimativas do Department of Economic and Social Affairs (DESA, 2011), das Nações Unidas, em 2100, se comparado ao ano de 2011, o percentual de pessoas com idade acima de 60 anos no mundo passará de 11,0% para 30,0%; e o percentual de pessoas com 80 ou mais anos de idade irá crescer de 2,0% para 9,0% (DESA, 2011). O segundo, caracterizado por importante mudança no perfil de morbimortalidade, a Transição Epidemiológica (OMRAN, 1971; HORIUCHI, 1999) que, no Brasil, se apresenta ainda com importantes diversidades regionais decorrentes das diferenças socioeconômicas e de acesso aos serviços de saúde, resultando no que foi chamado de “modelo tardio-polarizado” (FRENK et al., 1991; ARAÚJO, 1992; SCHRAMM et al., 2004; ARAÚJO, 2012). Nesse modelo de transição temos, em distintas regiões brasileiras, a ocorrência ainda alta de doenças infecciosas e o crescimento da mortalidade por doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs), em particular, as cardiovasculares, “que representavam apenas 12% na década de 30 e são, atualmente, as principais causas de morte em todas as regiões brasileiras, respondendo por quase um terço dos óbitos”; e os cânceres, que em 1930 representavam algo em torno de 2 a 3% e, mais recentemente, são responsáveis por 17 a 18% das causas de morte ocorridas no Brasil (BRASIL, 2005).

Com foco no processo de Transição Epidemiológica, esta tese tem como objetivo principal *verificar e analisar as variações espaciais e temporais de mortes por*

doenças cardiovasculares (DCVC) na população adulta (acima de 30 anos), por sexo, nas microrregiões brasileiras, no período de 1996 a 2010. A identificação de áreas específicas com altas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares ajudará os gestores de políticas públicas a focar em programas de prevenção e cuidados à saúde, permitindo, assim, uma alocação eficiente dos recursos para a saúde pública e a adoção de medidas preventivas para lidar com as disparidades regionais do país.

Paralelamente ao objetivo principal da tese, têm-se como objetivos específicos:

- Produzir estimativas de mortalidade por doenças cardiovasculares em pequenas áreas, por sexo.
- Analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por DCVC no período entre 1996 e 2010. Com esta série histórica, proposta e dividida em três períodos de análise, espera-se encontrar e inferir sobre as questões mencionadas, em especial, no que tange os aspectos sociodemográficos e espaciais.
- Verificar se existe um padrão espacial de mortes por DCVC no Brasil, no nível de microrregiões geográficas. Dada à avaliação da qualidade dos dados¹ de morte e feito à padronização, espera-se que a análise espacial de dados espaciais auxilie na identificação de possíveis padrões espaciais.

Para responder os objetivos serão utilizadas diferentes abordagens metodológicas. Entretanto, e antes de apresentá-las, algumas questões precisam ser melhor esclarecidas para o correto entendimento do trabalho. A primeira delas diz respeito à importância de se gerar estimativas das taxas de mortalidade por

¹ As estimativas de sub-registros de morte utilizadas neste estudo já foram calculadas por Lima e Queiroz (2014). Essas estimativas de grau de cobertura dos registros de óbitos dizem respeito a todas as causas de morte. Entretanto, neste trabalho apenas “uma causa de morte” será estudada (mortes por doenças do aparelho circulatório). Sendo assim, um dos pressupostos desta tese é que não há grande variação nos sub-registros de óbito segundo a causa de morte no estudo dos referidos autores, que utilizam todas as causas de morte, e este, que visa apenas àquelas pessoas que morreram por doenças cardiovasculares.

DCVC por pequenas áreas² no Brasil (microrregião), segundo sexo e em pessoas acima dos 30 anos de idade.

Segundo Lima et al. (2014), o estudo de mudanças epidemiológicas ocorridas em qualquer população depende diretamente da qualidade das informações de mortalidade. No Brasil, um país considerado em desenvolvimento, uma das principais limitações aos estudos de mortalidade adulta é a sub-enumeração do registro de óbitos – quando declaradas nos censos – ou o sub-registro dos eventos básicos disponíveis nas estatísticas vitais desses países. Dessa forma, a fim de obter estimativas adequadas do nível e padrão da mortalidade é fundamental avaliar e, quando necessário, corrigir a qualidade das informações de óbitos (LUY, 2010).

Freire et al. (2014) afirmam que é possível observar uma contínua melhora nas informações de mortalidade no Brasil nos últimos anos, tanto no que se refere a cobertura dos registros, quanto no que diz respeito ao correto preenchimento da declaração de óbitos. Porém, em alguns estados o problema ainda persiste, sobretudo, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com sub-enumeração de óbitos e declarações preenchidas de forma incompleta, o que dificulta a melhor compreensão do fenômeno mortalidade. Neste cenário de dados incompletos e subnotificações, conhecer o padrão e nível da mortalidade, além de tentar perceber a tendência histórica, torna-se um exercício difícil na medida em que há diferença na cobertura e qualidade dos dados ao longo do tempo e regiões.

Além disso, cada vez mais aumenta-se a demanda por informações socioeconômicas e demográficas em nível geográfico desagregado. Portanto, a necessidade de informações confiáveis do óbito em níveis de desagregação subnacional é cada vez maior. É preciso conhecer o padrão e nível da mortalidade dos municípios brasileiros. Será que dentro de um mesmo estado não temos padrões de mortalidade distintos? A mortalidade numa mesorregião de um estado, não é muito maior que a de outro? (FREIRE et al., 2014, p.1).

² Uma área geográfica de interesse num estudo é chamada de pequena área quando a variabilidade de estimativas utilizando dados apenas desta área produz desvios padrões inaceitáveis pelo seu enorme tamanho. Isso é devido ao pequeno número de pessoas em risco na área, relativamente à raridade dos eventos do fenômeno sendo estudado. Deste modo, com uma mesma base de dados, uma área pode ser considerada pequena em certos casos e não, em outros (ASSUNÇÃO et al., 1998).

Perguntas como essas precisam ser respondidas, por isso, esta tese tem como um de seus objetivos fornecer estimativas de mortes por doenças cardiovasculares para pequenas áreas, isto é, no nível de microrregiões geográficas. Entretanto, e como mencionado anteriormente, os problemas se tornam ainda mais graves quando se trabalha com pequenas áreas por causa dos pequenos números e das flutuações aleatórias, o que faz a tarefa desta tese ser árdua, mas, ao mesmo tempo, desafiadora.

Uma segunda questão é referente à análise espacial dos eventos demográficos. Esse aspecto é de fundamental importância, na medida em que “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento” (CÂMARA et al., 2004). Neste sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a análise espacial emergiram como componentes importantes e inovadores de muitos estudos em saúde pública e epidemiologia, dentre outras áreas, e, mais recentemente, em Demografia (LANGFORD & UNWIN, 1994; MESSNER & ANSELIN, 2004; SAMPSON & MORENOFF, 2004; WEEKS, 2004; JERRETT, 2005; CASTRO, 2007; YANG, TENG & HARAN, 2009; JOURNAL OF SPATIAL DEMOGRAPHY, 2013).

Segundo Weeks (2004), a Demografia é inerentemente uma ciência espacial, pois quase sempre lida com populações humanas em uma região geográfica definida. Entretanto, a análise espacial ainda tem desempenhado um papel pequeno no desenvolvimento da teoria demográfica. De acordo com o autor, há várias razões para isso, incluindo o caráter recente de muitas abordagens estatísticas espaciais, além do fato de que muitas pessoas que estudam Demografia não “pertencem” à Geografia e, portanto, não foram encorajadas a pensar espacialmente. No entanto, mesmo na Geografia, poucos são os que estudam população e que adotam abordagens espaciais que vão além de medidas de movimento de pessoas de um lugar para o outro ou comparações de tendências demográficas entre diferentes regiões. O autor complementa e afirma que a “demography is not only spatial, but it is also by nature interdisciplinary”.

Os SIGs e a análise espacial, devido à suas enormes capacidades operacional e analítica, respectivamente, têm se mostrado úteis para investigações demográficas, tomada de decisão, planejamento, gestão e disseminação de informações. Estes componentes ajudam a mostrar as variações regionais em problemas demográficos e de saúde, riscos ambientais e no uso de serviços de saúde, por exemplo. Além disso, tanto os SIGs como a análise espacial auxiliam de maneira mais rápida e melhor, se comparado aos métodos tradicionais, no mapeamento e nos diversos tipos de análises. Portanto, as possibilidades a serem exploradas pelo uso de ambas são ilimitadas, dependendo apenas das habilidades e criatividade dos pesquisadores, bem como da vontade do poder público em dispor de recursos para sua implementação (ARSLAN et al., 2013), uma vez que a demanda por essas informações é crescente em diversos segmentos e áreas.

A análise espacial, desta forma, possibilitará analisar a capacidade dos SIGs, algumas possíveis limitações e ferramentas de análise espacial para esclarecer a distribuição espacial da mortalidade por doenças cardiovasculares nas 558 microrregiões brasileiras entre os anos de 1996 e 2010. Acredita-se que esses recortes sejam ideais para os objetivos de pesquisa expostos anteriormente, pois o Brasil é caracterizado, em sua territorialidade e questões internas, por grandes desigualdades socioeconômicas, o que se aplica também à transição epidemiológica (LAURENTI, 1990 apud PRATA, 1992; MONTEIRO, 1995; BARROS E MENDONÇA, 1996; ROCHA, 1998; DINIZ, 2001; SCHRAMM et al., 2004). Já o período de análise escolhido, em primeiro lugar, coincide com a mudança ocorrida a partir de 1996, quando a CID-9 (Classificação Internacional de Doenças) foi reformulada e deu lugar a CID-10. Em segundo lugar, o intervalo de quinze anos proposto para estudo procura evitar que possíveis flutuações aleatórias ocorram, uma vez que se pretende dividir o período em três quinquênios de análise. Por fim, esse intervalo temporal permitirá acompanhar e analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por doenças cardiovasculares num quadro de melhoria das condições de saúde que ocorreram no país nas últimas décadas, mas que ainda carecem de atenção e de contínua evolução. Portanto, este trabalho deve ser visto como um estudo de tipo ecológico e exploratório dos padrões temporal e espacial da mortalidade por doenças

cardiovasculares, no nível de microrregiões geográficas, para o Brasil. Outrossim, há de se destacar a contribuição metodológica que esta tese pretende fornecer, uma vez que serão utilizados métodos para gerar estimativas das taxas de mortalidade por DCVC por pequenas áreas, algo importante para estudos em Demografia.

Diante da discussão ora apresentada, a principal hipótese do trabalho é de que as microrregiões localizadas nas regiões mais desenvolvidas do país, notoriamente as regiões Sul e Sudeste, estão positivamente associadas àquelas que apresentam as maiores taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares. Essa hipótese vai ao encontro dos estágios do processo de transição epidemiológica (OMRAN, 1971; HORIUCHI, 1999), que será discutido no capítulo seguinte, e às diferenças entre as regiões geográficas. Desta forma, e assim como alguns estudos (LESSA, 2004; DE AZEVEDO BARROS et al., 2006; SOUZA et al., 2006; BOING E ROSSI, 2007; CESSÉ et al., 2009; BARUFI et al., 2012; TEIXEIRA et al., 2014) que abordam essas disparidades regionais encontradas no território brasileiro para explicar uma maior ou menor incidência de determinada doença ou tipo de morte, este trabalho procurará evidências que confirmem a hipótese elaborada.

Uma segunda hipótese é de que existe uma variação significativa de mortes por doenças cardiovasculares no tempo e no espaço, pelo próprio caráter de desenvolvimento do país, representado por suas disparidades regionais, sejam socioeconômicas ou epidemiológicas, pela melhoria no acesso e qualidade dos serviços de saúde nas últimas décadas e sem desconsiderar ainda o aumento da expectativa de vida do brasileiro. De acordo com dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), em 1996 foram registrados, aproximadamente, 248 mil mortes por doenças cardiovasculares no Brasil. Já em 2010 foram computadas cerca de 326 mil mortes por essa causa, ou seja, uma taxa de crescimento geométrico da ordem de 1,82% ao ano. Diante deste cenário, torna-se necessário investigar como se deu a evolução temporal dessa causa de morte, isto é, se este crescimento ocorreu de maneira uniforme ou se houve variações ao longo do período investigado entre as microrregiões brasileiras,

corroborando ou não a hipótese levantada de que as questões temporais e espaciais caminham de maneira conectada.

Essa discussão se justifica, primeiramente, porque a mortalidade por doenças do aparelho circulatório (cardiovasculares) são as principais causas de morte no Brasil e no mundo (ARAÚJO, 1992; PRATA, 1992; LOTUFO, 2000; LESSA, 2004; SOUZA, et al., 2006; BARRETO & CARMO, 2007). O Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) aponta, em anos mais recentes, e em complemento ao parágrafo anterior, que aproximadamente 30% das causas de morte no Brasil são devido às doenças cardiovasculares.

Em segundo lugar, o recorte etário definido para o estudo (população acima de 30 anos), se fez porque aproximadamente 98% das mortes por doenças cardiovasculares ocorridas no Brasil acontecem após esta idade, segundo dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) de 1996 a 2010.

De forma específica, este trabalho visa relacionar a questão espacial à mortalidade, uma combinação já observada nas áreas de saúde pública e epidemiologia, mas que têm ganhado destaque no âmbito da Demografia mais recentemente (LANSKA, 1993; SANTOS et al., 2001; SANTOS E NORONHA, 2001; MESSNER E ANSELIN, 2004; SAMPSON & MORENOFF, 2004; JERRETT, 2005; MELO et al., 2006; BEZERRA FILHO et al., 2007; CASTRO, 2007; STOREYGARD et al., 2007; MULLER, 2009; YANG, TENG & HARAN, 2009; SKINNER E FISHER, 2010; WILMOTH et al., 2010; GONÇALVES et al., 2011; WELCH et al., 2011; MUKAI, 2012). Esses trabalhos possuem temáticas bem variadas, segundo a causa de morte, mas a maioria deles não foca em questões demográficas, propriamente ditas. Um exemplo dessa falta em relação à Demografia diz respeito a avaliações da qualidade e correções dos dados (sub-registros). Muitos, especialmente os que tratam do Brasil, mencionam, sem avaliar, a falta de qualidade dos mesmos, ainda que seja inegável a melhora obtida nos últimos anos, mas nenhum deles propõe formas de avaliação e/ou correção quando necessários. Além disso, parte dos trabalhos existentes que trazem as duas principais abordagens tratadas aqui foca em determinado município, grande região geográfica ou mesmo no país como um todo. A contribuição deste estudo, assim, é discutir e analisar a mortalidade por doenças

cardiovasculares em conjunto com a análise espacial sobre uma perspectiva demográfica e no nível mais desagregado, além de avaliar a qualidade dos dados de morte para produzir estimativas de mortalidade cardiovasculares para pequenas áreas (microrregiões) mais próximas da realidade, o que, de certa forma, irá contribuir para analisar o comportamento espacial do tipo de morte ora investigado ao longo do período em estudo. Acredita-se, desta forma, que uma lacuna importante dos estudos que envolvam análises demográficas, nesta tese, especificamente, a componente mortalidade, em conjunto com a análise espacial possa ser coberta, especialmente no caso brasileiro. Além disso, possibilitará que gestores públicos conheçam melhor a realidade de suas regiões e população e, logo, projetem políticas de saúde que visam melhorar à qualidade de vida das pessoas. As contribuições deste trabalho, entretanto, pretendem ir além, uma vez que pode ser uma importante fonte de motivação para agendas futuras e uma referência para se tratar causas de morte específicas utilizando correção de sub-registro, concomitantemente à análise espacial.

Por fim, o espaço (Brasil e suas microrregiões) e o período (1996 a 2010) de análise são ideais para os objetivos de pesquisa desta tese, pois o Brasil é extremamente heterogêneo, desigual e complexo no que tange suas questões internas, o que se aplica também a transição epidemiológica (LAURENTI, 1990 apud PRATA, 1992; SCHRAMM et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2014). Já o período em estudo permitirá acompanhar e analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por doenças cardiovasculares num quadro de melhoria das condições de saúde que ocorreram no país nas últimas décadas, mas que ainda carecem de atenção e de contínua evolução.

Além desta introdução, a tese está estruturada em outros quatro capítulos. No segundo capítulo apresenta-se uma revisão sobre o processo e os principais estágios da transição epidemiológica. Este capítulo ainda traz um breve arcabouço sobre as mortes por doenças cardiovasculares, com um background sobre esta causa de morte no Brasil e uma discussão que trata de mostrar onde esta tese procura se inserir. Por fim, o capítulo dois procura expor as ideias e as bases que estão por traz da análise espacial de dados geográficos.

No terceiro capítulo são apresentados os dados, os métodos e as várias técnicas utilizadas para o desenvolvimento da tese. Inicialmente é apresentada a população em estudo, o nível de análise que será trabalhado e a fonte de informações. A subseção seguinte traz as possíveis limitações do trabalho. Em seguida, mostra-se a necessidade de se fazer uma padronização, com os dados já corrigidos, como forma de controlar o efeito da estrutura etária (padronização direta) e das taxas específicas (padronização indireta) sobre as variáveis permitindo, desta forma, que as mesmas sejam passíveis de comparação. Posteriormente, aplica-se uma suavização sobre os dados extraídos do SIM/DATASUS, também já corrigidos, como forma de reestimar uma taxa mais próxima do risco real ao qual a população está exposta. A seguir, a decomposição visa apresentar o que é efeito da função mortalidade, da estrutura etária ou da interação entre ambas. Por fim, aborda-se como será testada a existência de padrões espaciais de mortes por doenças cardiovasculares que ocorreram no universo das microrregiões brasileiras. Em outras palavras, verifica-se se a distribuição espacial dessas mortes no país é aleatória ou não.

O quarto capítulo traz os resultados alcançados ao longo da pesquisa e a discussão feita em cima dos mesmos. Primeiramente mostra-se as taxas brutas (dados primários³) de mortes por doenças cardiovasculares para o Brasil, no nível de microrregiões geográficas. Em seguida, são analisadas as estruturas de mortalidade cardiovascular de algumas microrregiões selecionadas aleatoriamente. Posteriormente, são expostos os mapeamentos e análises das taxas brutas padronizadas (TBM^s) direta e indiretamente, da suavização das TBM^s diretamente e realizada pela técnica empírica espacial de Bayes e a decomposição das taxas brutas padronizadas. Por fim, é exposta e analisada a autocorrelação espacial para as mortes por doenças cardiovasculares. Já no capítulo cinco são apresentadas as conclusões e as considerações finais acerca do trabalho.

³ Nesta tese dados primários são entendidos como aqueles extraídos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) ainda sem qualquer tipo de correção, ajuste, etc, ou seja, o dado “puro”.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Três discussões mais amplas serão tratadas neste capítulo. Em primeiro lugar, a questão da transição epidemiológica, suas origens e facetas, com enfoque final na realidade brasileira. Em seguida, uma análise acerca da mortalidade por doenças cardiovasculares (DCVC), como seus antecedentes, trabalhos produzidos e inserção desta tese, será realizada. Por fim, serão apresentados os fundamentos da análise espacial de dados geográficos e os principais tipos de dados existentes.

2.1 Transição Epidemiológica

Antes do início da transição demográfica, que se iniciou por volta de 1800 no noroeste da Europa e que agora já se espalhou para todas as partes do mundo, com projeções para ser completada em 2100, a vida era curta, os nascimentos foram muitos, o crescimento populacional foi lento e a população era, predominantemente, jovem (LEE, 2003). Durante o processo de transição demográfica clássica, primeiro houve um declínio da mortalidade para, em seguida, a fecundidade diminuir. Isso trouxe, inicialmente, um aumento acelerado nas taxas de crescimento populacional. Posteriormente, essas taxas voltaram a apresentar um ritmo mais lento, o que deslocou a fecundidade para níveis mais baixos, uma expectativa de vida maior e, conseqüentemente, uma população mais envelhecida. As conseqüências deste processo de transição demográfica global foram significativas como, por exemplo, na reformulação dos ciclos de vida econômico e demográfico dos indivíduos e na reestruturação de populações (LEE, 2003).

Lee (2003) aborda, de forma detalhada, os principais estágios da transição demográfica clássica, quais sejam: i) o declínio da mortalidade; ii) a transição da fecundidade; iii) o crescimento populacional; e iv) as mudanças na distribuição etária. Portanto, para um melhor entendimento sobre o processo de transição demográfica ver Thompson (1929), Notestein (1945), Davis (1945) e Lee (2003).

Em paralelo a essa teoria, Omran (1971) observou que havia limitações na mesma e à necessidade de abordagens compreensivas no que tange a dinâmica populacional. Com este estímulo ele propôs a teoria da transição epidemiológica no final da década de 60 do século XX.

Conceitualmente, Omran (1971) focou a teoria da transição epidemiológica nas complexas mudanças dos padrões saúde-doença e nas interações entre esses padrões, seus determinantes demográficos, econômicos e sociais, e suas consequências. Segundo ele, a teoria da transição epidemiológica se fundamenta em cinco proposições básicas: (i) a teoria da transição epidemiológica se inicia com a premissa de que a mortalidade é um fator fundamental na dinâmica populacional; ii) durante a transição, existe um processo longo de mudanças que ocorre nos padrões de mortalidade e adoecimento, em que as pandemias por doenças infecciosas são gradativamente substituídas por doenças degenerativas e agravos produzidos pelo homem⁴ como as principais formas de morbidade e causas de mortes primárias. Este processo teria ocorrido em três estágios sucessivos: a “era das pestilências e da fome”, a “era do declínio das pandemias” e, finalmente, a “era das doenças degenerativas e agravos produzidos pelo homem”; (iii) durante a transição epidemiológica, as mudanças mais profundas nos padrões de saúde-doença ocorrem em crianças e mulheres jovens; (iv) as mudanças nos padrões de saúde-doença que caracterizam a transição epidemiológica estão fortemente associadas às transições demográfica e socioeconômica que constituem o complexo da modernização; e (v) as variações peculiares no padrão, ritmo, determinantes e nas consequências das mudanças populacionais diferenciam três modelos básicos de transição epidemiológica: o modelo clássico ou ocidental, exemplificado pelo Reino Unido, Suécia e Estados Unidos, no qual já nas duas primeiras décadas do século XX as doenças degenerativas haviam substituído às doenças infecciosas como as principais causas de mortes; o modelo acelerado, cujo exemplo mais notável seria o Japão,

⁴ Agravos produzidos pelo homem ("man-made diseases") se referem aos agravos ligados aos efeitos adversos da modernização, tais como: alcoolismo, tabagismo, suicídios, acidentes de transporte, violências, entre outros (Caselli G, Meslé F & Vallin J. Epidemiologic transition theory exceptions. Acessado em novembro de 2013 em http://demogr.mpg.de/Papers/workshops/020619_paper40.pdf).

no qual o mesmo processo do modelo clássico teria ocorrido, apenas um pouco mais tardiamente, porém com maior rapidez; e o modelo contemporâneo ou atrasado, representado pelos países nos quais a transição epidemiológica é ainda mais recente ou ainda não se completou. Luna (2002) afirma que em publicação posterior, Omran (1983) faz pequenos adendos à teoria e acrescenta um quarto modelo de transição, o modelo transitório. Esse seria uma variante do modelo contemporâneo ou atrasado e representa, principalmente, à realidade de países asiáticos,

nos quais em anos recentes estaria ocorrendo um movimento muito rápido em direção à superação das diferenças entre eles e os países do modelo clássico, tendo como principais exemplos a Coreia, Singapura e Taiwan. O autor admite também, já em resposta às críticas, que as doenças infecciosas não desapareceram totalmente como causas de morte (pneumonias, bronquites, influenza), nem de morbidade (doenças sexualmente transmissíveis), mas que estas constatações não comprometeriam o sentido geral da teoria da transição epidemiológica, uma sequência linear e “natural” de etapas, que pode variar em seu ritmo, mas com uma direção clara e estabelecida da substituição das doenças infecciosas e parasitárias pelas crônico-degenerativas e causas externas como mais importantes causas de mortalidade e morbidade das populações humanas (Luna, 2002, p. 232).

Em resumo, a teoria da transição epidemiológica caracteriza-se pela evolução progressiva de um perfil de alta mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias para um outro onde predominam os óbitos por doenças cardiovasculares, neoplasias, causas externas e outras doenças consideradas crônico-degenerativas (OMRAN, 1971; PRATA, 1992). Schramm e colegas (2004) complementam e ressaltam que o processo de transição epidemiológica engloba três mudanças básicas: “substituição das doenças transmissíveis por doenças não-transmissíveis e causas externas; deslocamento da carga de morbimortalidade dos grupos mais jovens aos grupos mais idosos; e transformação de uma situação em que predomina a mortalidade para outra na qual a morbidade é dominante”.

Entretanto, e ainda que se trate de uma teoria, todos os exemplos que Omran (1971) traz são de países desenvolvidos, ou seja, ao se tentar analisar a situação de países em desenvolvimento, como é o caso dos países latino-americanos, alguns autores começaram a se deparar com as limitações da teoria da transição

epidemiológica (ARAÚJO, 1992; LUNA, 2002). Frenk et al. (1991) argumentam que os países latino-americanos parecem dividir-se em três grupos básicos no que tange seu padrão de transição epidemiológica. O primeiro está representado por países como Cuba, Costa Rica e Chile e que se encontram em uma etapa avançada da transição, dentro de um quadro não muito diferente dos países desenvolvidos, embora com um atraso considerável. O segundo grupo de países (Haiti, Bolívia e Peru) são aqueles que se situam em uma etapa inicial da transição e que apresentam um padrão de mortalidade dominado por infecções e desnutrição. Por fim, e situado entre os dois grupos anteriores, se encontra um terceiro grupo de países (México) que está experimentando o que poderia ser uma nova experiência de transição epidemiológica, diferente dos países desenvolvidos. Frenk et al. (1991) propõem chamar esse processo de “modelo tardio-polarizado” da transição epidemiológica. O autor aponta quatro características principais deste modelo, quais sejam: i) superposição de etapas, doenças infecto-parasitárias e crônico-degenerativas com grande importância absoluta e relativa; ii) contra-transição, um movimento representado pelo ressurgimento de doenças como a malária, a cólera e a dengue, com grande importância na morbidade, mas sem grande interferência na mortalidade; iii) transição prolongada, pois não há uma expectativa clara de resolução do processo de transição, que cursa com uma exacerbação das desigualdades dentro dos países; e iv) polarização epidemiológica, a magnitude das diferenças sugeririam um padrão assimétrico quanto aos diferenciais na exposição aos fatores de risco e no acesso aos bens e serviços de saúde por parte dos diferentes grupos populacionais. Neste grupo intermediário, juntamente com o México, se encontra o Brasil, pois como apontam Prata (1992), Luna (2002), SCHRAMM et al. (2004) e outros, a transição epidemiológica no Brasil não tem ocorrido de acordo com o modelo experimentado pela maioria dos países industrializados e mesmo por vizinhos latino-americanos como Cuba, Costa Rica e Chile. SCHRAMM et al. (2004) destacam que no caso da transição epidemiológica brasileira,

há uma superposição entre as etapas nas quais predominam as doenças transmissíveis e crônico-degenerativas; a reintrodução de doenças como dengue e cólera ou o recrudescimento de outras como a malária, hanseníase e leishmanioses indicam uma natureza não-unidirecional denominada contra-transição; o

processo não se resolve de maneira clara, criando uma situação em que a morbi-mortalidade persiste elevada para ambos os padrões, caracterizando uma transição prolongada; as situações epidemiológicas de diferentes regiões em um mesmo país tornam-se contrastantes (polarização epidemiológica).

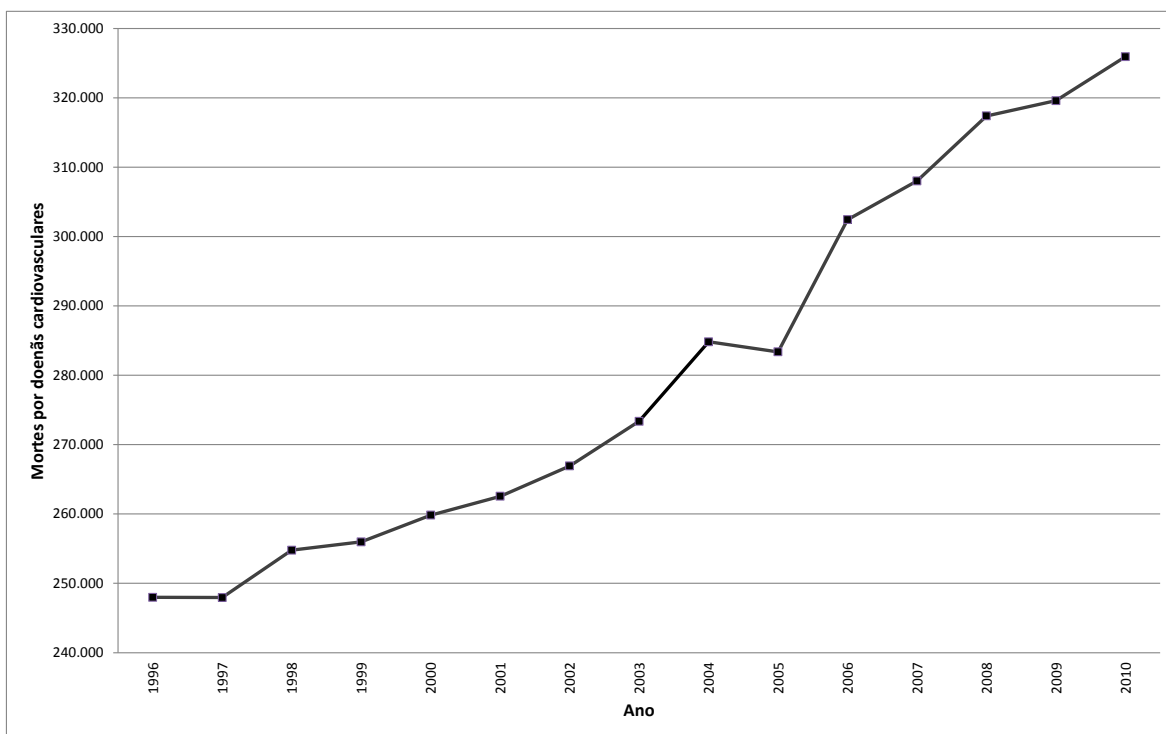
Laurenti (1990) apud Prata (1992), conclui que esta transição não é uniforme: “Em alguns estados, ou regiões destes, esta se encontra em fase inicial; em outros, na fase intermediária, e em alguns a transição está quase se completando”.

2.2 Doenças Cardiovasculares (DCVC)

2.2.1 Background

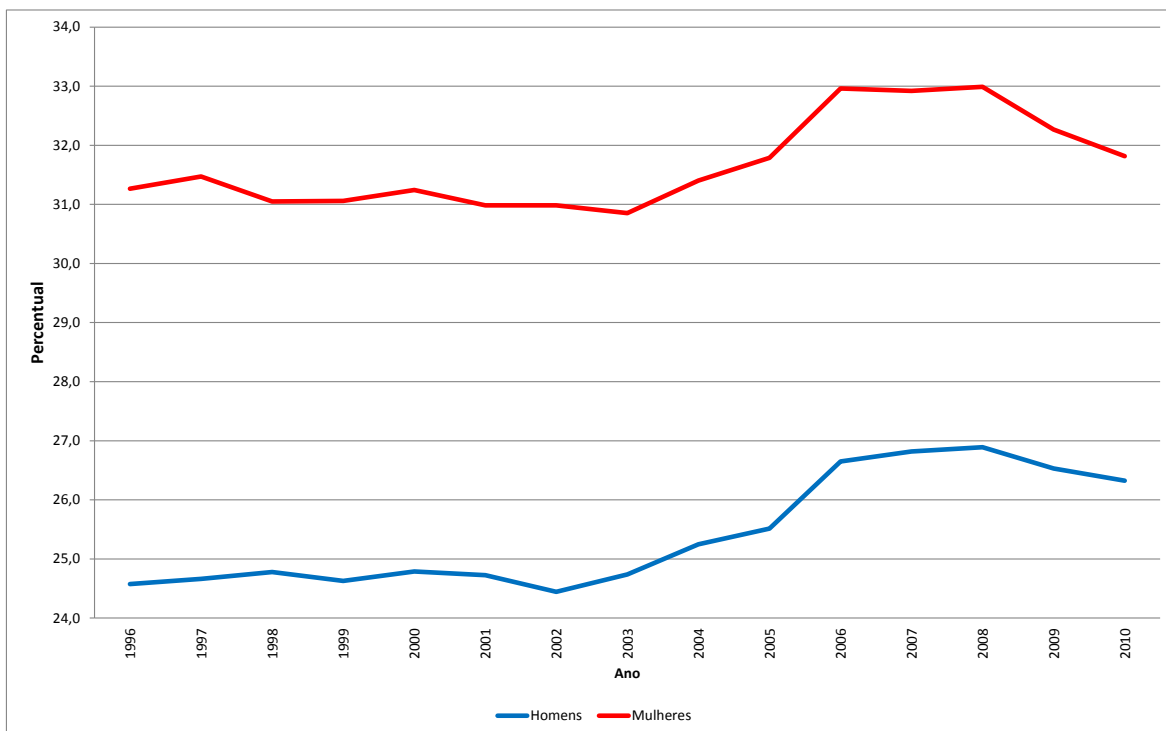
Embora não exista uniformidade no que tange a transição epidemiológica no Brasil entre e mesmo dentro dos estados, conforme colocado anteriormente, um ponto parece claro: as doenças do aparelho circulatório (cardiovasculares), que são a primeira causa de morte no mundo, aumentaram, em termos absolutos, ao longo do último século e se tornaram nas últimas décadas a principal causa de morte também no Brasil (aproximadamente 30% das causas de morte no país são devido às doenças cardiovasculares – figuras 1 e 2) (ARAÚJO, 1992; PRATA, 1992; LOTUFO, 2000; LESSA, 2004; SOUZA, et al., 2006; BARRETO & CARMO, 2007; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). Ainda segundo Lotufo (2000), “as doenças cardiovasculares representam a principal causa de mortalidade no Brasil desde os anos de 1960, porém, nos dois principais centros urbanos, São Paulo e Rio de Janeiro, elas já representavam a principal causa desde os anos de 1940”.

FIGURA 1 – Total de mortes por doenças cardiovasculares, ambos os sexos, Brasil.



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

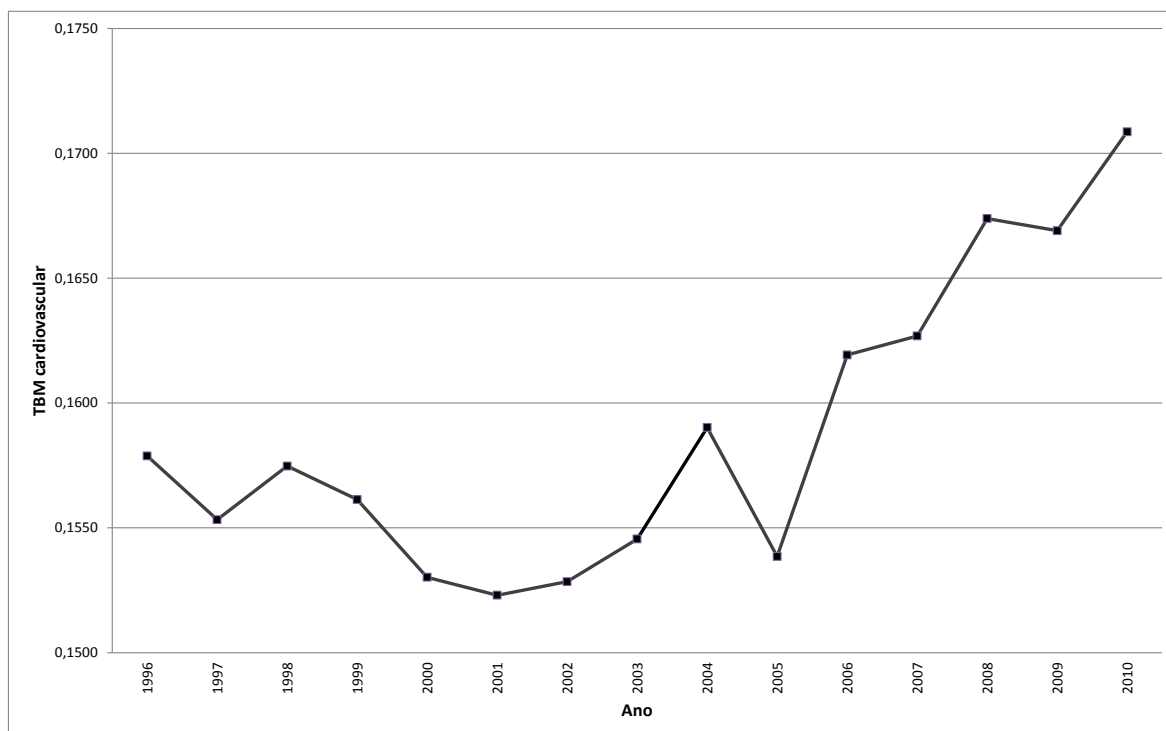
FIGURA 2 – Percentual de mortes por doenças cardiovasculares no total de óbitos, por sexo, Brasil.



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

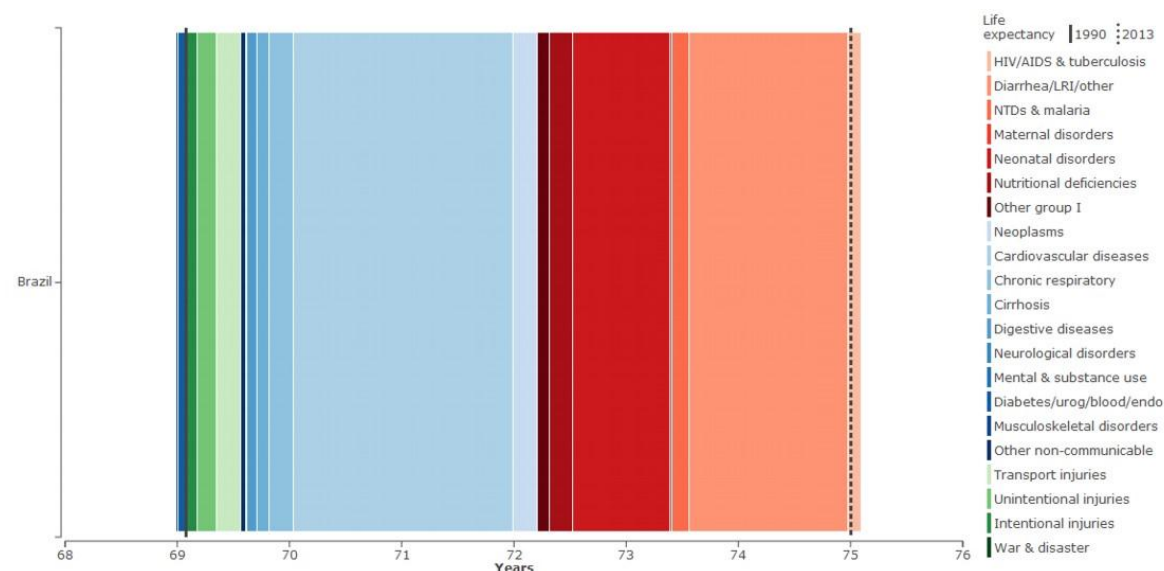
Apesar de se constituírem como sendo a principal causa de morte no Brasil, a mortalidade por doenças cardiovasculares na população brasileira apresentou uma tendência de queda nas taxas a partir de 1985 (MANSUR et al., 2002). Segundo estudos de Curioni et al. (2009), citado por Sala (2011), a mortalidade por doenças do aparelho circulatório no país mostrou uma consistente redução em suas taxas brutas no período de 1980 até o início do século XXI. Essa tendência também foi observada em cada uma das regiões brasileiras, mas apresentando diferentes taxas de redução. Entretanto, e como pode ser observado na figura 3, a partir do ano de 2001 a taxa bruta de mortalidade por doenças cardiovasculares mostra um comportamento crescente (exceção se faz, de maneira mais visível, ao ano de 2005, que precisa ser melhor investigado em trabalhos futuros para entender o porquê deste “pico” negativo em tendência de alta da taxa bruta. Ao que parece o total de mortes caiu em todas as causas, pois a figura 1 mostra queda dos óbitos por DCVC, mas o percentual dessa causa não diminuiu, conforme se pode notar na figura 2). Este aumento da TBM cardiovascular entre os anos de 2001 e 2010 pode ser explicado, dentre outros aspectos, pelo processo de envelhecimento populacional que a população brasileira vem experimentando nas últimas décadas. Segundo dados do IBGE (2013), no ano de 2000 o percentual de pessoas com idade acima de 60 anos no Brasil era de, aproximadamente, 8%. Dez anos depois, os dados do Censo Demográfico registraram um percentual de 10% da população nesta condição. Para 2050 projeta-se que o percentual de idosos esteja em torno de 29%. Este processo de envelhecimento populacional verificado no país traz reflexos na expectativa de vida das pessoas. Entre 1990 e 2013 a expectativa de vida ao nascer no Brasil passou de 69 para 75 anos (Figura 4). Se se eliminam as mortes por doenças cardiovasculares, há um ganho de 2 anos, o maior registrado entre todas as causas de morte no período. Outrossim, a melhoria nas condições básicas de saúde é outro aspecto importante deste processo, pois permite que a população tenha acesso aos serviços básicos de saúde, bem ou mal.

FIGURA 3 – Taxa Bruta de Mortalidade cardiovascular total (x100), ambos os sexos, Brasil.



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

FIGURA 4 – Brasil, mudanças na expectativa de vida ao nascer no período de 1990 a 2013 para ambos os sexos e por grupos de causa.



Fonte: Extraído de <http://ihmeuw.org>

Por apresentar essas peculiaridades no que diz respeito às questões de população, envelhecimento, saúde e epidemiologia, neste caso, mais especificamente, as mortes por doenças cardiovasculares, é que estudar e

compreender o caso brasileiro se torna interessante, desafiante e de suma importância.

2.2.2 DCVC: onde esta tese se insere?

Muitos estudos têm sido realizados no âmbito nacional, bem como na esfera internacional, no que tange, especificamente, às doenças cardiovasculares, porém, com foco em todo o território nacional, grandes regiões geográficas (sudeste, nordeste, etc) ou municípios bem específicos (MANSUR et al., 2002; ISHITANI et al., 2006; MELO et al., 2006; SOUZA et al., 2006; GODOY et al., 2007; ASARIA et al., 2012; NOWBAR et al., 2014).

Souza e colaboradores (2006), por exemplo, propõem analisar as tendências do risco de morte por doenças isquêmicas do coração e cerebrovasculares nas cinco regiões do Brasil entre os anos de 1981 e 2000. Os autores constatam que a tendência da mortalidade por doença cerebrovascular mostrou declínio nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste em todas as faixas etárias e sexo. Também a mortalidade por doença isquêmica do coração (DIC) declinou nas regiões Sudeste e Sul, com estabilização do risco na região Centro-Oeste e aumento na região Nordeste. Já Mansur et al. (2002) fizeram um estudo com objetivo de avaliar as tendências do risco de morte por doenças circulatórias, cerebrovasculares e isquêmicas do coração em 11 capitais brasileiras (Belém, Brasília, Cuiabá, Curitiba, Goiânia, Manaus, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador) no período de 1980 a 1998. Os resultados mostraram que nas cidades de Porto Alegre, Curitiba, Rio de Janeiro, Cuiabá, Goiânia, Belém e Manaus houve uma diminuição do risco de morte por doenças cerebrovasculares e isquêmicas do coração, enquanto que no município de Brasília esse risco aumentou. A cidade de São Paulo apresentou um ligeiro aumento do risco de morte por doenças isquêmicas do coração para os indivíduos de ambos os sexos com idade entre 30 e 39 anos e para mulheres com idade entre 40 e 59 anos. Já no município de Recife notou-se um aumento do risco de morte por doenças isquêmicas do coração em idades mais jovens (30-49 anos). Os autores concluem que, de maneira geral, foi observado um aumento no risco de morte por

doenças isquêmicas do coração, com destaque para as cidades de Brasília e Recife.

Ishitani et al. (2006) investigam a associação entre alguns indicadores de nível socioeconômico e mortalidade de adultos por doenças cardiovasculares no Brasil. Os autores analisam os óbitos de adultos (35 a 64 anos), ocorridos entre 1999 a 2001, por doenças cardiovasculares, e pelos subgrupos das doenças isquêmicas do coração e doenças cerebrovasculares-hipertensivas. Foram selecionados para análise 98 municípios brasileiros, com melhor qualidade de informação. Para analisar a associação entre indicadores socioeconômicos e a mortalidade por doenças cardiovasculares, foi utilizada a regressão linear simples e múltipla. Desta forma, na análise univariada, verificou-se associação negativa para a mortalidade por doenças cardiovasculares e o subgrupo das cerebrovasculares-hipertensivas com renda e escolaridade, e associação direta com taxa de pobreza e condições precárias de moradia. Quanto às doenças isquêmicas, houve associação inversa com taxa de pobreza e escolaridade, e direta com condições precárias de moradia. A escolaridade, após ajuste pelo modelo de regressão linear múltipla, permaneceu associada à mortalidade pela doença investigada e seus subgrupos. A cada ponto percentual de aumento na proporção de adultos com alta escolaridade, a taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares diminui em 3,25 por 100.000 habitantes. Eles concluem que a análise da mortalidade dos municípios mostrou que a associação entre doenças cardiovasculares e fatores socioeconômicos é inversa, destacando-se a escolaridade. É provável que melhor escolaridade possibilite melhores condições de vida e, conseqüentemente, impacto positivo na mortalidade precoce.

Melo e colegas (2006) resolvem analisar a distribuição espacial da mortalidade por infarto agudo do miocárdio no município do Rio de Janeiro para o ano de 2000. Eles utilizam o modelo bayesiano empírico de suavização a fim de minimizar a variabilidade aleatória dos coeficientes de mortalidade associada ao tamanho das unidades geográficas de análise. Desta forma, os autores afirmam que a distribuição dos óbitos por infarto agudo do miocárdio na cidade é heterogênea e obedece a um padrão espacial associado a um forte gradiente social, ou seja, o estudo apresentou uma concentração do risco de morrer de

infarto nas áreas mais pobres da cidade. Enquanto isso, Godoy e colegas (2007) analisam os indicadores de mortalidade para doenças cardiovasculares em São José do Rio Preto, no estado de São Paulo, Brasil, e avaliam os coeficientes de mortalidade segundo níveis socioeconômicos da população do município. Os resultados apontam que os coeficientes de mortalidade para o município, o estado e o país decresceram de 1980 a 2002. Em 2003, o coeficiente do município foi de 195,9 óbitos por 100.000 habitantes, a mortalidade proporcional foi de 31,3% e as três principais causas de morte foram a doença cerebrovascular, o infarto e a doença hipertensiva. O coeficiente de mortalidade da população correspondente ao grupo de setores censitários com o pior nível socioeconômico foi 40% superior ao com o melhor nível. Os autores afirmam que o coeficiente de mortalidade por doenças cardiovasculares decresceu nas três áreas geográficas analisadas. Do total de óbitos ocorridos em São José do Rio Preto em 2003, aproximadamente um terço foi por este grupo de doenças. A área com nível socioeconômico menos favorecido apresentou o maior coeficiente de mortalidade.

No que tange estudos internacionais, Nowbar et al. (2014) propõem fazer uma análise geográfica global da mortalidade por doença isquêmica do coração (DIC) por país, idade e renda utilizando dados da Organização Mundial de Saúde das Nações Unidas (OMS). Dos países que forneceram dados de mortalidade, Rússia, EUA e Ucrânia foram os que obtiveram o maior número de mortes. China e Índia foram estimados para ter um número ainda maior. Outras constatações são que as mortes por doença isquêmica do coração aumentam rapidamente com a idade e as taxas brutas de mortalidade parecem ser estáveis, enquanto as taxas brutas de mortalidade padronizadas por idade estão em declínio. Além disso, mais da metade dos países do mundo, 113 de 216, forneceram dados de mortalidade por doença isquêmica do coração em 2008 ou depois. Dos 103 restantes, 24 forneceram dados em 2007 ou antes disso; e 79 nunca proveram dados no formato CID-9 e/ou CID-10. Nowbar et al. (2014) finalizam dizendo que nos países em que há bons dados longitudinais, predominantemente os países europeus, os últimos anos têm mostrado um declínio contínuo das taxas brutas padronizadas de mortalidade por doença isquêmica do coração. No entanto, o envelhecimento progressivo da população mantém elevada a taxa bruta de mortalidade por DIC. Não se sabe se o padrão é consistente em todo o mundo

porque muitos países não forneceram dados anuais regulares, incluindo países ricos, como Emirados Árabes Unidos, e países grandes, como Índia e China.

Por fim, Asaria et al. (2012) analisam as tendências e desigualdades na mortalidade cardiovascular em todos os 7.932 distritos eleitorais da Inglaterra entre os anos de 1982 e 2006. Os autores destacam que a taxa bruta padronizada de mortalidade cardiovascular declinou na maioria dos distritos, mas em 186 deles essa taxa aumentou para mulheres com idade igual ou superior a 65 anos. O declínio se mostrou mais acentuado onde a mortalidade inicial era maior.

O que os trabalhos mencionados acima têm em comum com esta tese? Todos eles trabalham com mortes por doenças cardiovasculares. Onde, então, a mesma se insere nesta discussão? Nesta tese serão produzidas estimativas de mortalidade por doenças cardiovasculares por microrregião e sexo. Isso implica, dentre outras coisas, e por se tratar de uma tese em Demografia, em correção dos dados (sub-registros de mortes) e utilização de métodos demográficos como padronização e decomposição. Além disso, esta tese se diferencia dos trabalhos vistos, e de outros tantos, por relacionar a mortalidade por doenças cardiovasculares com a questão espacial.

Corroborando as questões apontadas anteriormente, o fato deste estudo optar por estudar a mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil e suas 558 microrregiões, ao invés de grandes regiões geográficas, um nível mais macro, ou mesmo determinados municípios, um nível mais micro. Desta forma, acredita-se que esse recorte seja ideal para os objetivos de pesquisa propostos, pois o Brasil é extremamente heterogêneo, desigual e complexo no que tange suas questões internas, o que se aplica também a transição epidemiológica (LAURENTI, 1990 apud PRATA, 1992; SCHRAMM et al., 2004).

2.3 Análise Espacial de Dados Geográficos

Segundo Câmara e colaboradores (2004) “compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do

conhecimento”. Neste sentido, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a análise espacial emergiram como componentes importantes e inovadores de muitos estudos em saúde pública e epidemiologia, dentre outras áreas, e, mais recentemente, em Demografia (LANGFORD & UNWIN, 1994; MESSNER & ANSELIN, 2004; SAMPSON & MORENOFF, 2004; WEEKS, 2004; JERRETT, 2005; CASTRO, 2007; YANG, TENG & HARAN, 2009; JOURNAL OF SPATIAL DEMOGRAPHY, 2013).

A Demografia tem começado a utilizar e buscar cada vez mais o auxílio da análise espacial como forma de entender e explicar algumas questões presentes no cerne de sua ciência. Weeks (2004) e Castro (2007) declaram que o espaço é um elemento crucial para os estudos demográficos. Os movimentos migratórios, por exemplo, só existem porque as pessoas percebem que alguns lugares são mais atraentes que outros. No que tange a fecundidade, uma das explicações para seu declínio é a difusão de ideias. Em outras palavras, ideias são transmitidas através de pessoas e lugares. Por fim, os níveis de mortalidade estão longe de serem espacialmente homogêneos, pois a presença ou ausência de determinados fatores de riscos variam de acordo com a localização geográfica.

Weeks (2004) reforça e complementa a ideia anterior ao afirmar que a Demografia é inerentemente uma ciência espacial, pois quase sempre lida com populações humanas em uma região geográfica definida. Entretanto, a análise espacial ainda tem desempenhado um papel pequeno no desenvolvimento da teoria demográfica. De acordo com o autor, há várias razões para isso, incluindo o caráter recente de muitas abordagens estatísticas espaciais, além do fato de que muitas pessoas que estudam Demografia não “pertencem” à Geografia e, portanto, não foram encorajadas a pensar espacialmente. No entanto, mesmo na Geografia, poucos são os que estudam população e que adotam abordagens espaciais que vão além de medidas de movimento de pessoas de um lugar para o outro ou comparações de tendências demográficas entre diferentes regiões.

Weeks (2004) acrescenta e assegura que a

demography is not only spatial, but it is also by nature interdisciplinary. The demographic transition, which provides the organizing framework for most demographic research, is really a complex set of transitions, each of which draws upon expertise in

differing social science and health-related disciplines. The demographic transition usually begins with the epidemiological transition, which is the shift over time from high death rates with deaths clustered at the younger ages and caused largely by communicable diseases, to low death rates with deaths clustered at the older ages and caused largely by degenerative diseases. This sets in motion a train of other transitions. The fertility transition represents the change from high fertility levels over which people have relatively little direct control to low fertility over which people have considerable control. The migration transition is initially the response to population growth in rural areas which causes people to seek opportunity elsewhere, typically urban places, thus unleashing the urban transition, in which a population moves from being largely rural to being largely urban. The age structure transition is a predictable result of changes in mortality and fertility in which high mortality and high fertility produce a very young age structure that is pyramid-shaped, whereas the declines in both mortality and fertility produce bulges in the young adult ages, leading eventually to a barrel-shaped age structure... Finally, of course, there is the overall transition in population size that occurs when mortality declines sooner than fertility (the usual pattern in the demographic transition) from which massive changes follow with respect to resource utilization and allocation.

Cada uma dessas transições mencionadas anteriormente apresenta um componente têmporo-espacial que, quando compreendido, acrescenta ao conhecimento de como e por que essas transições ocorrem.

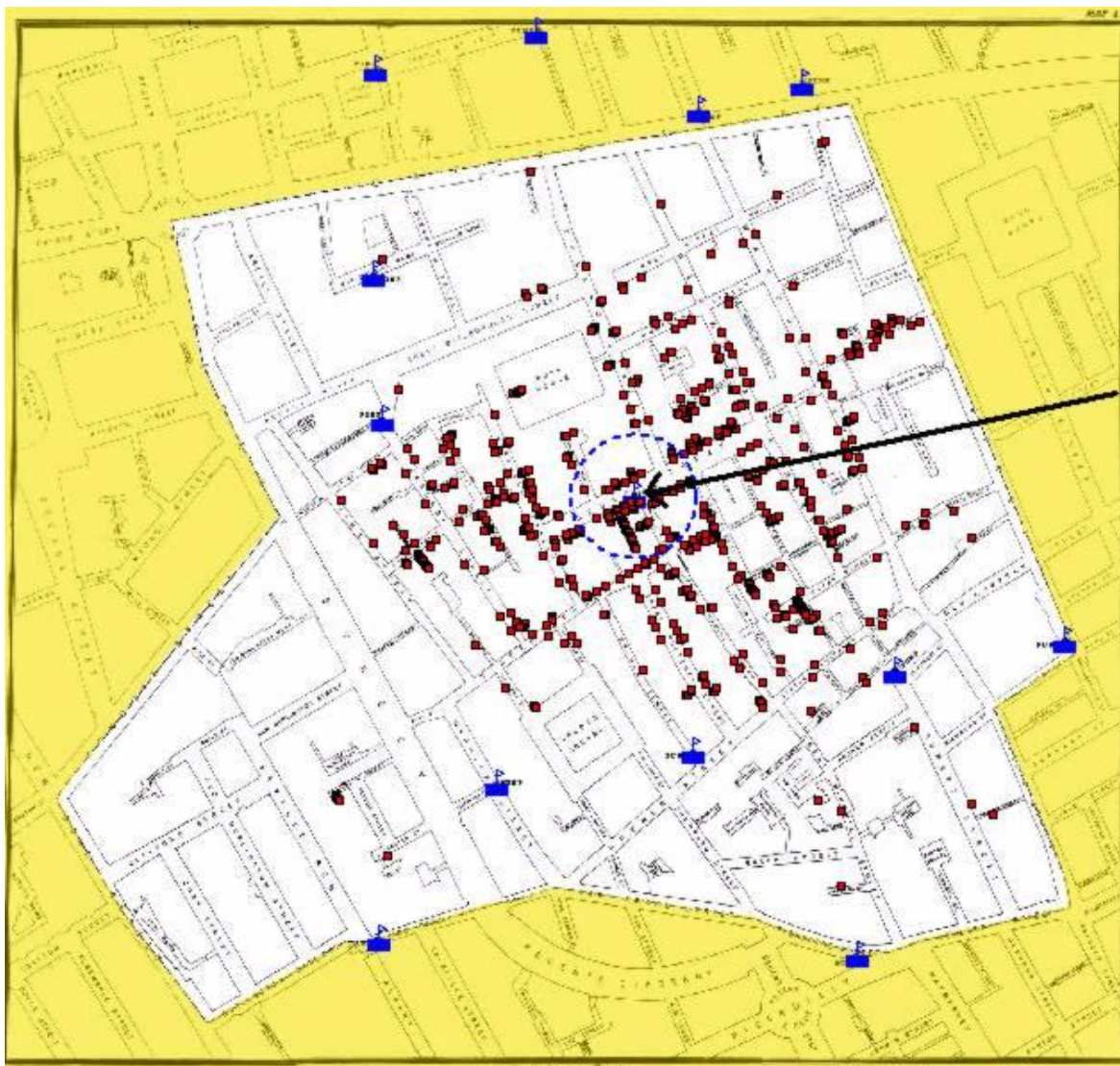
The fact that demography is spatial by nature means that much, if not most, of the demographic research that is conducted has a spatial “awareness,” even if relatively little of it engages spatial “analysis” in any formal sense. Spatially aware research understands that demographic behavior will differ by geographic region - that population characteristics and change are different in urban than in rural places; that countries in sub-Saharan Africa with a high proportion of Muslims have lower HIV/AIDS prevalence rates than predominantly non-Muslim nations; that East Asian countries have experienced a different fertility transition than South Asian countries (Weeks, 2004, p. 3).

Os SIGs e a análise espacial, devido à suas enormes capacidades operacional e analítica, respectivamente, têm se mostrado úteis para investigações demográficas, tomada de decisão, planejamento, gestão e disseminação de informações. Para Câmara e colegas (2004), “a ênfase da análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos levando em conta a localização espacial do fenômeno em estudo de forma explícita”. Najjar (1998), citado por Maria (2007), reforça ainda que a análise espacial pode ser considerada como o estudo dos fenômenos que se manifestam no espaço, ou seja, a ideia central é

incorporar o espaço à análise que se deseja fazer. Portanto, dentro de uma concepção mais ampla, referenciar no espaço áreas, distâncias, pontos e a interação entre os fenômenos são atributos fundamentais nos estudos com base na análise espacial. Para tanto, deve-se levar em consideração “a primeira Lei da Geografia” de Waldo Tobler. Essa diz que: “everything is related to everything else, but near things are more related than far things” (TOBLER apud WALLER & GOTWAY, 2004).

Um exemplo clássico de “análise espacial”, ainda que a categoria espaço tenha sido incorporada intuitivamente às análises, foi realizado por John Snow no século XIX. No ano de 1854 ocorria na Inglaterra, mais precisamente na cidade de Londres, uma das várias epidemias de cólera trazidas das Índias. Pouco se sabia então sobre os mecanismos causais da doença. Acreditava-se que a contaminação da cólera ocorria através do ar, pelos miasmas. John Snow, contudo, acumulou observações, analisou e tratou os dados que associavam a água à transmissão da cólera. Ele observou e constatou então que áreas de Londres que se abasteciam com água da Cia Southpark registravam número de óbitos e taxas de mortalidade superiores às aquelas que recebiam água da principal concorrente (Lambeth). Desta forma, e conforme pode ser observado na figura 5, onde estão representadas as localizações de residência dos óbitos ocasionados pela doença, bem como das bombas de água que abasteciam a cidade, é possível visualizar claramente, no cruzamento da Cambridge Street com a Broad Street o epicentro da epidemia. Estudos posteriores confirmaram a contaminação da bomba de água na Broad Street. Além disso, outras informações tais como a localização do ponto de captação de água desta bomba a jusante (rio abaixo) da cidade, corroboraram as hipóteses levantadas. A aprovação das recomendações sanitárias preventivas feitas por Snow foram extremamente importantes para que a cólera fosse eliminada totalmente das comunidades inglesas. Portanto, essa é uma situação típica onde a relação espacial entre os dados contribuiu significativamente para o avanço na compreensão do fenômeno (CÂMARA et al., 2004).

FIGURA 5 – Mapa da cidade de Londres com casos de cólera (pontos) e poços de água (bandeiras)



Fonte: Elaboração própria (adaptado do mapa original de John Snow, 1854)

Torna-se importante também, e uma vez que está diretamente relacionado à temática principal deste capítulo, diferenciar e fazer uma breve discussão sobre os tipos de dados existentes. Bailey & Gratell (1995) argumentam e debatem justamente isso. Eles veem necessidade ímpar em se fazer uma distinção entre análise espacial e outras formas de análise de dados, pois, na visão deles, na análise espacial, onde a categoria espaço é fundamental, os resultados são mais significativos que aqueles das demais análises de dados que não levam em conta a dimensão espacial. Sendo assim, a análise espacial pode ser feita quando os dados são espacialmente localizáveis e é dada importância significativa ao arranjo espacial, seja na ocorrência do evento ou na interpretação dos resultados.

No caso da análise de dados espaciais, esses podem ser classificados de acordo com sua tipologia. Segundo Assunção (2001), a categorização dos dados está relacionada à natureza estocástica da observação. Pode-se encontrar diversas classificações de dados propostas por diferentes autores para caracterizar os problemas em análise espacial. Uma delas pode ser verificada em Câmara et al. (2004), onde os autores consideram existir três tipos de dados espaciais, quais sejam: eventos de padrões pontuais; superfícies contínuas; e áreas com contagens e taxas agregadas.

Em síntese, pode-se dizer que dados de eventos ou padrões pontuais são fenômenos expressos através de ocorrências identificadas como pontos localizados no espaço. Com a análise espacial deste tipo de dado objetiva-se examinar se o conjunto de eventos apresenta algum tipo de padrão sistemático ou aleatório, procurando compreender em qual escala esse padrão ocorre. Como exemplos de dados de eventos ou padrões pontuais pode-se citar: localização de homicídios, ocorrências de doenças e localização de empresas privadas.

Para Câmara et al. (2004), os dados de superfícies contínuas são estimados “a partir de um conjunto de amostras de campo que podem estar regularmente ou irregularmente distribuídas”. Segundo Assunção (2001), tradicionalmente, os problemas estudados a partir desse tipo de dados buscam prever a superfície em localizações não monitoradas e fazer a interpolação para recuperar a superfície a partir de sua observação nas estações de coleta de informações. Este tipo de dado, usualmente, e de acordo com Câmara e colaboradores (2004), é resultante do levantamento de recursos naturais e incluem mapas topográficos, geológicos, fitogeográficos, ecológicos e pedológicos.

Já os dados de áreas com contagens e taxas agregadas são originados, geralmente, de dados associados a levantamentos populacionais (censos e estatísticas de saúde). Este tipo de dado pode ser visualizado em mapas em que o espaço é parcelado em áreas ou polígonos fechados. Como exemplo, pode-se citar: setores censitários, municípios e zonas de endereçamento postal. Segundo Assunção (2001), a principal característica deste tipo de dado é que ele representa uma agregação de valores que se encontram dispersos dentro de cada uma das áreas. Pressupõe-se, portanto, haver homogeneidade interna, ou

seja, mudanças importantes só ocorrem nos limites. Sendo assim, não se conhece a localização exata do evento, mas, sim, um valor agregado por área.

Para cada um dos tipos de dados espaciais descritos acima há diversos e diferentes métodos estatísticos que podem ser utilizados. Esses podem servir tanto para fazer sua descrição quanto para inferir sobre os parâmetros associados aos modelos.

De acordo com Druck e colegas (2004), a análise espacial é composta por um conjunto de procedimentos que têm como objetivo a eleição de um modelo inferencial capaz de refletir as relações espaciais do fenômeno estudado. Segundo Câmara et al. (2004):

os procedimentos iniciais da análise incluem o conjunto de métodos genéricos de análise exploratória e a visualização dos dados, em geral através de mapas. Essas técnicas permitem descrever a distribuição das variáveis de estudo, identificar observações atípicas (outliers) não só em relação ao tipo de distribuição, mas também em relação aos vizinhos, e buscar a existência de padrões na distribuição espacial. Através desses procedimentos é possível estabelecer hipóteses sobre as observações, de forma a selecionar o modelo inferencial melhor suportado pelos dados.

Diante disso, é possível identificar, usualmente, três grandes grupos de modelos inferenciais espaciais: variação contínua, variação discreta e os processos pontuais.

No caso da variação contínua, os modelos inferenciais consideram um processo estocástico, cujos valores podem ser conhecidos em todos os pontos da área de estudo. De acordo com Câmara et al. (2004), a partir de uma amostra de um atributo z , coletada em vários pontos y contidos em A , objetiva-se inferir uma superfície contínua dos valores de z . Este processo estocástico pode ser estimado de forma não-paramétrica ou mesmo a partir de estimadores de krigagem⁵.

⁵ Para maiores detalhes sobre estimadores de krigagem ver: CAMARGO, DRUCK e CÂMARA, 2004 e FELGUEIRAS, DRUCK e MONTEIRO, 2004.

Com relação aos modelos inferenciais de variação discreta, esses dizem respeito à distribuição de eventos cuja localização está associada a áreas delimitadas por polígonos fechados. Neste caso, não se dispõe do local exato onde o evento ocorreu, mas de um valor agregado por área. Portanto, fenômenos agregados por municípios, bairros e zonas de endereçamento postal, como população, mortalidade e renda são alguns exemplos. O objetivo principal é modelar o padrão de ocorrência espacial do fenômeno geográfico em estudo (CÂMARA et al., 2004).

No que tange aos modelos inferenciais de processos pontuais, esses são definidos como um conjunto de pontos irregularmente distribuídos em um terreno, cuja localização foi criada por um mecanismo estocástico. Compreender o mecanismo gerador dos pontos é o objetivo principal. Para tanto, considere-se como exemplo um conjunto de pontos que representam a ocorrência de uma doença D numa determinada região A. Deseja-se verificar se existe um padrão geográfico para essa doença, ou seja, é possível encontrar sub-regiões em A com maior probabilidade de ocorrência da doença D? (CÂMARA et al., 2004).

Outro aspecto importante e fundamental para a compreensão dos fenômenos em análise espacial é o conceito de dependência espacial. Essa noção parte do que Tobler chama, e que já foi colocado neste capítulo, de “primeira Lei da Geografia”. Pode-se inferir, a partir dela, que os fenômenos, sejam eles naturais ou sociais, apresentam entre si uma relação que depende da distância, ou como afirma Noel Cressie (1991): “a dependência [espacial] está presente em todas as direções e fica mais fraca à medida que aumenta a dispersão na localização de dados” (CRESSIE apud DRUCK et al., 2004). Para Waller & Gotway (2004), do ponto de vista estatístico, esta lei define a noção de autocorrelação espacial.

De acordo com Maria (2007):

a dependência ou autocorrelação espacial surge quando o valor de uma variável em um lugar do espaço está relacionado com seu valor em outro ou outros lugares do espaço. Este fenômeno pode ser entendido como uma situação em que observações próximas no espaço possuem valores similares. Sendo assim, o desafio da análise é medir o grau de associação espacial entre observações de uma ou mais variáveis. A autocorrelação espacial pode ser positiva ou negativa. A ocorrência da autocorrelação espacial

pode ser explicada pela existência de erros de medidas e pelo fenômeno de interação espacial.

Diante do exposto nesta seção e dos dados espaciais disponíveis e utilizados neste estudo, serão utilizadas áreas com contagens e taxas agregadas como forma de tentar responder aos objetivos propostos por este trabalho. Este tipo de dado será visualizado em mapas onde o espaço é parcelado em áreas ou polígonos fechados, nesta tese, especificamente, as microrregiões geográficas. Ou seja, pressupõe-se haver homogeneidade interna dentro das microrregiões, isto é, mudanças importantes só ocorrem nos limites. Sendo assim, não se conhece a localização exata do evento, mas, sim, um valor agregado por área. Além disso, foi definido o modelo inferencial de variação discreta, que diz respeito à distribuição de eventos cuja localização está associada, também, a áreas delimitadas por polígonos fechados.

Por fim, essas informações de cunho mais espacial (dados, modelos, etc) associadas com as componentes demográficas se unem para formar aquilo que Woods (1984), Voss (2007) e tantos outros denominam de “Demografia Espacial”. Woods (1984) afirma que Demografia Espacial é a Demografia vista sob uma perspectiva espacial, onde o espaço, em conjunto com o tempo, variações na mortalidade, fecundidade e migração são estudados como preliminares para a investigação da estrutura populacional em sua totalidade. Voss (2007) complementa e diz que Demografia Espacial é o estudo demográfico formal em áreas agregadas, ou seja, de atributos demográficos reunidos em algum nível dentro da hierarquia geográfica. Em suma, essas definições, dados, modelos, etc. corroboram para explicar o objetivo principal desta tese, que é, grosso modo, estudar as mortes por doenças cardiovasculares no tempo (1996 a 2010) e no espaço (microrregiões). Essa combinação, Demografia e espaço, trará ganhos tanto na parte metodológica como nas análises e discussões que virão a seguir.

3 DADOS E MÉTODOS

Neste capítulo far-se-á a descrição dos dados, dos métodos e das várias técnicas utilizadas para responder aos objetivos levantados por esta tese. São seis etapas distintas, embora complementares. Inicialmente será apresentada a população em estudo, o nível de análise que será trabalhado e a fonte de informações. A subseção seguinte traz as possíveis limitações do trabalho. Em seguida, mostra-se a necessidade de se fazer uma padronização, com os dados já corrigidos, como forma de controlar o efeito da estrutura etária (padronização direta) e das taxas específicas (padronização indireta) sobre as variáveis permitindo, desta forma, que as mesmas sejam passíveis de comparação. Posteriormente, aplica-se uma suavização sobre os dados extraídos do SIM/DATASUS, também já corrigidos, como forma de reestimar uma taxa mais próxima do risco real ao qual a população está exposta. A seguir, a decomposição visa apresentar o que é efeito da função mortalidade, da estrutura etária ou da interação entre ambas. Por fim, aborda-se como será testada a existência de padrões espaciais de mortes por doenças cardiovasculares que ocorreram no universo das microrregiões brasileiras. Em outras palavras, verifica-se se a distribuição espacial dessas mortes no país é aleatória ou não.

3.1 População em estudo, nível de análise e fonte de informações

Este estudo, de tipo ecológico e exploratório, visa estudar todas aquelas pessoas que morreram por doenças do aparelho circulatório (febre reumática aguda e doença reumática crônica do coração; doenças hipertensivas; doenças isquêmicas do coração; outras doenças cardíacas; doenças cerebrovasculares; aterosclerose; restante das doenças do aparelho circulatório) no período de 1996 a 2010. Essas informações pertencem a Décima Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-BR-10)⁶, capítulo IX, e se encontram disponíveis

6 A CID-BR-10 é uma adaptação da CID-10 à realidade brasileira feita pela Secretaria de Vigilância em Saúde.

no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)⁷, DATASUS, o qual foi criado pelo Ministério da Saúde em 1975. Os dados foram coletados por sexo (masculino ou feminino), faixa etária (população acima dos 30 anos e em grupos quinquenais até 80 anos ou mais) e causa de morte no nível de microrregiões geográficas de residência da pessoa falecida.

No que tange às informações populacionais por idade e sexo, essas foram extraídas dos Censos Demográficos de 2000 e 2010 e das estimativas intercensitárias obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)⁸.

As unidades de análise utilizadas neste trabalho foram as 558 microrregiões brasileiras, conforme definido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As microrregiões servem apenas para fins estatísticos e são agregadas utilizando similaridades regionais e socioeconômicas, ou seja, as microrregiões geográficas não representam uma entidade política ou administrativa. Uma das vantagens de trabalhar com este tipo de unidade de análise é que elas não alteraram suas fronteiras ao longo do período de pesquisa. Desta forma, foi possível acompanhar e estudar as 558 áreas entre 1996 e 2010. Além disso, pressupõe-se haver homogeneidade interna dentro das microrregiões, isto é, mudanças importantes só ocorrem nos limites. A escolha por esta unidade de análise (microrregião), portanto, se fez por acreditar que se encaixa melhor nos objetivos desta tese, além de diminuir os problemas e riscos de se trabalhar com áreas menores (municípios, por exemplo) quando trata-se de eventos raros.

Por fim, as bases cartográficas que serão utilizadas para as análises espaciais, ou seja, para a confecção dos mapas, são disponibilizadas pelo IBGE.

⁷ MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205> [acessado em 22 Março 2014].

⁸ IBGE. <http://www.ibge.gov.br>

3.2 Limitações

Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, os estudos sobre mortalidade podem se tornar limitados pela falta de informações de boa qualidade como, por exemplo, a correta declaração da idade do indivíduo no exato momento de ocorrência do óbito. Além disso, outra limitação comum aos estudos de mortalidade nesses países é a sub-enumeração de óbitos, quando declarados nos censos, ou o sub-registro de mortes disponíveis nas estatísticas vitais desses países. “Dessa forma, a fim de obter estimativas adequadas do nível e padrão da mortalidade, além de melhores estimativas para medidas sumárias, como a esperança de vida ao nascer, nos países em desenvolvimento é fundamental avaliar e, quando necessário, corrigir a qualidade das informações de óbitos” (LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014). Paralelamente a isso, o Brasil é um país extremamente heterogêneo no que tange à seus aspectos sociais, econômicos, culturais e demográficos. O mesmo pode-se dizer das grandes diferenças na qualidade das estatísticas vitais encontradas entre as regiões brasileiras (AGOSTINHO, 2009; QUEIROZ & LIMA, 2011), fruto da heterogeneidade dos aspectos mencionados, o que corrobora uma maior atenção e esforço por parte dos planejadores públicos a fim de melhorar e propor soluções para essas questões.

Para avaliar a qualidade dos dados de mortalidade e estimar o grau de cobertura dos óbitos em relação à população, diversos métodos foram desenvolvidos baseados nas equações da dinâmica populacional. Os métodos de distribuição de óbitos são os mais comumente usados para estimar o grau de cobertura da mortalidade adulta em populações não-estáveis e analisar a qualidade dos dados de mortalidade em períodos intercensitários (BENNETT & HORIUCHI, 1981; HILL, 1987; TIMAEUS, 1991; HILL, YOU & CHOI, 2009; LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014; LIMA & QUEIROZ, 2014). “Esses métodos comparam a distribuição de óbitos por idade com a distribuição etária da população e proveem o padrão etário da mortalidade para um período de tempo definido” (LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014).

Nesta tese serão utilizadas as estimativas de sub-registro de mortes produzidas por Lima e Queiroz (2014), mais especificamente as que usam o método Adjusted Synthetic Extinct Generations (SEG-adj), proposto por Hill, You & Choi (2009). Essas estimativas dizem respeito a todas as causas de morte, porém, conforme abordado anteriormente, neste trabalho apenas “uma causa de morte” será estudada (mortes por doenças do aparelho circulatório). Sendo assim, um pressuposto forte deste estudo é de que não há grande variação no padrão de mortalidade observado no estudo dos referidos autores, que utilizam todas as causas de morte, e este, que visa apenas àquelas pessoas que morreram por doenças cardiovasculares (MURRAY & LOPEZ, 1996; LOPEZ et al., 2006), ou seja, os possíveis sub-registros encontrados nas mortes por doenças cardiovasculares serão corrigidos tomando por base todas as causas de morte.

Outro limitador diz respeito ao alto percentual de informações não declaradas encontrado nos dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Isso inviabiliza qualquer análise que se pretenda fazer utilizando variáveis como renda, escolaridade e raça, por exemplo. Desta forma, este trabalho se limitará ao estudo de variáveis demográficas como sexo e idade, o que, por si só, já trará uma contribuição enorme para os estudos sobre mortalidade cardiovascular no Brasil.

3.3 Padronização

Um problema adicional ao da qualidade de registros de óbitos, em especial para estudos que envolvem pequenas áreas, é a questão das flutuações aleatórias e dos problemas derivados de pequenos números. Costumeiramente, as estimativas de taxas em pequenas áreas sofrem de pequena contagem de eventos, o que posteriormente se reflete em taxas instáveis ao longo da distribuição etária (BERNADINELLI e MONTOMOLI, 1992; ASSUNÇÃO et al., 2005). Tal problema torna-se cada vez maior na medida em que se reduz a unidade de análise geográfica e o número de eventos torna-se ainda mais raro (POLLARD, 1970; WASHINGTON STATE CENTER FOR HEALTH STATISTICS, 2001). Nesse sentido, é importante desenvolver novas formas de obter

estimativas de grau de cobertura de registros vitais, livres dessas flutuações e problemas.

Como estratégia de análise, e como há necessidade de se comparar diferenciais de níveis a partir de taxas brutas ou gerais de variáveis que possuem uma relação estreita com a idade, torna-se necessário eliminar o efeito da composição etária sobre as variáveis que se deseja comparar, ajustando-as segundo uma mesma distribuição etária padrão. Essa técnica é chamada de padronização “e permite controlar ou isolar o efeito de determinadas características que estejam afetando a comparação, através de medidas-síntese, dos níveis de uma variável entre populações diferentes” (CARVALHO, SAWYER & RODRIGUES, 1994).

A padronização pode se dar de duas maneiras: direta ou indiretamente. Qual das duas utilizar dependerá das informações de que se dispõe e, acima de tudo, do que se pretende fazer.

No caso da padronização direta, é necessário que se disponha do total de eventos, distribuídos por grupos de idade, e da distribuição etária das populações em estudo. Com essas informações,

pode-se estimar taxas específicas por idade que, aplicadas a uma distribuição etária padrão, fornecerão taxas brutas padronizadas, que podem ser comparadas para análise de diferencial de níveis entre várias populações, ou para a mesma população, ao longo de determinado período de tempo. Essa comparação é possível porque, neste caso, todas as taxas referem-se a uma única distribuição etária (padrão). As diferenças entre elas serão explicadas, em princípio, pelas diferenças entre as diversas funções da variável em estudo (conjunto de taxas específicas) (Carvalho, Sawyer e Rodrigues, 1994, p. 43).

Para este trabalho a estrutura etária padrão utilizada será a do Brasil, ano de 2010. Desta forma, será possível comparar as taxas brutas de mortalidade obtidas por microrregião para concluir sobre o diferencial de nível da variável aqui estudada, uma vez que refletirão apenas as diferenças reais nas taxas específicas da variável nas populações analisadas.

Portanto, utilizando a técnica de padronização direta é como se as taxas brutas das várias populações das microrregiões brasileiras tivessem exatamente a mesma composição etária, porém cada qual mantendo suas próprias taxas

específicas, isto é, padroniza-se a estrutura etária da população e deixa as funções de mortalidade por doenças cardiovasculares observadas de cada localidade (microrregião).

Com relação à padronização indireta, essa permite não somente comparar níveis entre populações diferentes, mas, também, estimar a função para uma população da qual não se tem dados confiáveis ou necessários para estimá-la (PRESTON et al., 2001). Isto implica em tomar uma função (ou conjunto de taxas específicas) emprestada de uma população que, a priori, adotou-se como semelhante à nossa população em estudo. Neste trabalho a função emprestada advém das médias (população e mortes) quinquenais do Brasil (LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014).

Desta forma, utilizando-se taxas específicas de mortalidade de uma área maior (Brasil), reconstitui-se o número esperado de óbitos para as áreas menores (microrregião) nos quinquênios 1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010.

A técnica de padronização permitirá que os dois primeiros objetivos específicos sejam respondidos, ou seja, produzir estimativas de mortalidade por doenças cardiovasculares, microrregião e sexo; e analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por DCVC no período entre 1996 e 2010.

3.4 Suavização

Paralelamente aos problemas de flutuação aleatória e pequeno registro de casos de mortes por doenças cardiovasculares em pequenas áreas, têm-se uma alternativa metodológica que vem se somar ao método de padronização, a suavização.

Quando no início deste trabalho optou-se por utilizar o nível de microrregião como unidade de análise, sabia-se dos problemas que poderiam surgir ao usar somente taxas brutas, específicas, padronizadas, etc para explicar a ocorrência de mortes por doenças cardiovasculares. Isso porque as taxas apresentam uma alta instabilidade para expressar o risco de eventos raros, como é o caso das mortes por doenças cardiovasculares, em regiões de população pequena. As variações bruscas que veem a ocorrer com estas taxas podem nada ter a ver com o

fenômeno e sim com uma variabilidade associada às observações. É por isso que, frequentemente, “o que mais chama a atenção num mapa temático de taxas, que são os valores extremos, muitas vezes são resultado de um número reduzidíssimo de observações sendo, portanto, menos confiável, ou seja, apenas flutuação aleatória” (DIAS et al., 2002). Em resumo, mapas de eventos baseados diretamente nas taxas mencionadas anteriormente são mais difíceis de interpretar, além de induzirem com maior facilidade o leitor a conclusões no mínimo contestáveis.

Sendo assim, para suavizar a flutuação aleatória propõe-se reestimar uma taxa que se acredita mais próxima do risco real ao qual a população está exposta. Para tanto, será utilizado o estimador Bayesiano Empírico⁹, mais especificamente o Spatial Empirical Bayes (SEB), sobre os dados extraídos do SIM/DATASUS, mas já corrigidos. O estimador Bayesiano Empírico é operacionalizado da seguinte forma (Marshall, 1991):

$$\theta_i = m + C_i * (x_i - m) \text{ onde } C_i \text{ é dado por}$$

$$C_i = \frac{\left(s^2 - \frac{m}{n^M} \right)}{\left(s^2 - \frac{m}{n^M} + \frac{m}{n_i} \right)}$$

Onde: θ_i é a taxa suavizada; x_i é a taxa bruta da área i ; m é a taxa média dos vizinhos; s^2 é a variância da taxa a ser estimada; n^M é a população média dos vizinhos; n_i é a população da área i .

Deve-se ter em conta que, na fórmula do estimador Bayesiano Empírico proposto por Marshall (1991), o multiplicador C_i será próximo de 1, caso a população da área i (n_i) mostre valor

⁹ Para maiores detalhes sobre suavização pelo método Bayesiano Empírico ver: Marshall (1991) e Justino, Freire & Lúcio (2012).

elevado. Nesse caso, a taxa suavizada (θ_i) tenderá a ter o mesmo valor da estimada sem a aplicação do procedimento, x_i . Caso contrário, se a população da área i possuir efetivo populacional muito reduzido, tem-se que C_i será próximo de zero, implicando em que a taxa suavizada (θ_i) tenderá a ser próxima da taxa média (Barbosa e Freire, 2004, p. 6).

Além disso, na fórmula anterior, o estimador Bayesiano Empírico pode, também, utilizar como valores de m e n^M a taxa média de todas as áreas em estudo (global) e a população média global, respectivamente. Neste caso, valor de m , o estimador calcula uma média ponderada entre a taxa bruta da localidade e a taxa global da região (razão entre o número total de casos e a população total). Já em relação à taxa média dos vizinhos, que inclui o efeito espacial, calcula a estimativa localmente e utiliza somente os vizinhos geográficos da área na qual se deseja estimar a taxa (o valor obtido converge em direção à média local ao invés de uma média global). As taxas corrigidas são menos instáveis, pois levam em conta no seu cálculo não só a informação da área, mas também a informação de sua vizinhança (SILVA et al., 2011). Aliás, mapas baseados nessas estimativas são mais interpretativos e informativos, pois permitem a visualização das tendências mais gerais.

Para implementar essa metodologia foi utilizado o software GeoDa 1.6.7¹⁰. Através dele definiu-se uma estrutura de vizinhança simples, isto é, o critério “k-Nearest Neighbors” assegura que cada microrregião tem exatamente o mesmo k número de vizinhos. Nesta tese têm-se que k=8. Simulações com números diferentes de vizinhos não apresentaram mudanças significativa nos resultados.

Vários nichos da Demografia podem se beneficiar desse método. Um deles é a correção de sub-registro de pequenas áreas, onde a incerteza nas estimativas das taxas demográficas, devido à pequena população das áreas, leva a grande erro relativo. Comumente, os métodos atualmente empregados não consideram a estrutura espacial subjacente no processo demográfico. Desta forma, parece ser possível fazer uma extensão do método exposto aqui para essa proposição. Em geral, qualquer problema onde taxas são calculadas para muitas áreas contíguas

¹⁰ <https://geodacenter.asu.edu/>

e com populações pequenas poderia se beneficiar desta metodologia (ASSUNÇÃO et al., 1998).

A técnica de suavização também ajudará a responder os dois primeiros objetivos específicos, isto é, produzir estimativas de mortalidade por doenças cardiovasculares, microrregião e sexo; e analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por DCVC no período entre 1996 e 2010.

3.5 Decomposição

A técnica de padronização, tradicionalmente, tem sido aplicada quando as comparações de taxas entre grupos são confundidas por diferenças substanciais na composição das mesmas. É um axioma na Demografia que o que parece ser uma diferença de taxas entre grupos é devido a diferenças na estrutura etária da população. Desta forma, a padronização, na maioria dos casos, tem sido o método utilizado para ajustar as taxas nessas situações (CHEVAN & SUTHERLAND, 2009). De acordo com esses mesmos autores, a decomposição leva a padronização a um passo adiante, atribuindo à diferença encontrada nas taxas a componentes, ou seja, a mudanças na função mortalidade ou na estrutura etária. A ideia utilizada neste estudo é uma adaptação da metodologia proposta por Kitagawa (1955) que visa à decomposição entre taxas de unidades territoriais em um mesmo período. O que se faz aqui é apenas uma variante, ou seja, a decomposição das taxas de duas unidades territoriais (no caso, o Brasil, país, e as microrregiões) em dois pontos no tempo (a média dos quinquênios, três quinquênios, e o Brasil, 2010). A variação da taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares de uma microrregião qualquer, no tempo, pode ser escrita da seguinte forma:

$$TBM_{BR(2010)} - TBM_{Micro(a)} = \underbrace{\sum (M_x - m_{x,a}) \left(\frac{P_x}{P} \right)}_{\text{EfeitoTaxa}} + \underbrace{\sum \left(\frac{P_x}{P} - \frac{p_{x,a}}{p_a} \right) M_x}_{\text{EfeitoIdade}} + I$$

Tem-se que: TBM é a taxa bruta de mortalidade por doenças cardiovasculares, do Brasil 2010 (padrão) e de cada microrregião a ; M_x é a taxa específica de mortalidade por DCVC do Brasil no ano de 2010, por grupo etário x ; $m_{x,a}$ é a taxa específica de mortalidade por DCVC da microrregião a , por grupo etário x ; P_x é a população do grupo etário x na população padrão (Brasil, 2010); P é a população total padrão (Brasil, 2010); $P_{x,a}$ é a proporção do grupo etário x na população da microrregião a ; p_a é a população total da microrregião a ; e I é o resíduo, ou seja, o efeito da interação entre a estrutura etária e o nível de mortalidade.

O propósito desta técnica consiste em encontrar a contribuição aditiva do efeito de fatores, tanto de composição quanto de taxa, para a diferença entre as taxas globais de duas ou mais populações (DA MOTTA et al., 2008). Ou seja, no caso deste trabalho, dada duas populações, no caso, o Brasil, país, e as microrregiões, a diferença entre as mortes por doenças cardiovasculares destas duas populações será desagregada para mostrar quanto dessa diferença se deve às mudanças na função mortalidade e na estrutura etária.

As técnicas de decomposição de taxas e de padronização são estritamente ligadas, e o não reconhecimento desta ligação pode resultar na seleção arbitrária de populações como padrão, o que produziria resultados inconsistentes na decomposição das taxas (DAS GUPTA, 1993).

Vale ressaltar, ainda, que este trabalho se limitará à decomposição. Vários estudos elegeram os determinantes da função mortalidade como objeto de estudo (ver, para o caso brasileiro, por exemplo, a revisão de Dos Santos e Kassouf, 2008). Paralelamente a isso, a técnica de decomposição, em conjunto com as técnicas de padronização e suavização, tratadas anteriormente, visa responder ao segundo objetivo específico desta tese, ou seja, analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por DCVC no período entre 1996 e 2010.

3.6 Autocorrelação Espacial

As etapas anteriores visam corrigir e determinar a qualidade dos registros de óbitos por doenças cardiovasculares, bem como a questão das flutuações aleatórias e dos problemas derivados de pequenos números. Além disso, busca-se atribuir à diferença encontrada nas taxas a mudanças na função mortalidade ou na estrutura etária. Paralelamente a essas questões, notoriamente mais relacionadas ao tratamento, qualidade e estimativas de dados, faz-se necessário apresentar uma metodologia para cobrir a outra vertente deste trabalho, ou seja, o aspecto espacial. Para tanto, e dentre as várias possibilidades que a literatura apresenta, optou-se pela autocorrelação espacial¹¹.

A autocorrelação pode ser denominada como uma medida do “grau de influência” que uma dada variável tem sobre localidades próximas. Se a ocorrência de um evento implica que outros eventos semelhantes ocorram ao seu redor, tem-se autocorrelação positiva. Se a ocorrência deste mesmo evento dificulta ou impede a ocorrência de outros em seu entorno, tem-se autocorrelação negativa.

A autocorrelação espacial pode ser calculada pelo índice global e/ou local de associação espacial. Estes índices caracterizam a distribuição relativa dos eventos observados no espaço com o objetivo de encontrar padrões de aglomerados espaciais ou verificar se os dados estão distribuídos aleatoriamente. Estas duas estatísticas diferenciam-se pela unidade de análise, sendo que as globais consideram a tendência espacial geral dos eventos e as locais especificam onde ocorrem as aglomerações ou casos extremos. Nesta tese, especificamente, será utilizado a autocorrelação espacial local.

O índice local de autocorrelação espacial permite comparar os valores de uma variável numa dada área com os valores encontrados em seus vizinhos. Ou seja, este tipo de “análise local” ou “modelagem local” desagrega as estatísticas globais segundo seus constituintes locais, concentrando-se mais nas especificidades locais do que na busca por regularidades globais. Os indicadores locais de

¹¹ Para maiores detalhes sobre autocorrelação espacial ver Anselin (1995, 1996 e 2005).

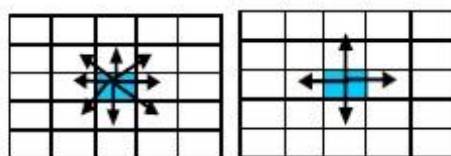
autocorrelação espacial produzem um valor específico para cada objeto, permitindo, assim, a identificação de agrupamentos (*clusters*) de objetos com valores de atributos semelhantes, objetos discrepantes (*outliers*) e de mais de um regime espacial. Para Anselin (1995), o *LISA* (Local Indicators of Spatial Association) tem que satisfazer dois critérios: 1) ter a capacidade, para cada observação, de indicar *clusters* espaciais significativos estatisticamente; e 2) a propriedade de que o somatório dos indicadores locais, para todas as regiões, deve ser proporcional ao indicador de autocorrelação espacial global correspondente.

Como exemplos de índice local de autocorrelação espacial têm-se o Mapa de Significância (Significance Map), o Mapa de Cluster (Cluster Map) e o Gráfico de Dispersão de Moran (Moran Scatter Plot). O primeiro apresenta os locais com significância estatística local de Moran em diferentes tons de verde (os valores p correspondentes são dados na legenda). Já o Mapa de Cluster é, segundo Anselin (2005), provavelmente, o mais útil. Ele fornece, essencialmente, as mesmas informações do Mapa de Significância (na verdade, os dois mapas são sincrônicos), porém, “with the significant locations color coded by type of spatial autocorrelation” (ANSELIN, 2005). A cor vermelha representa o que se denomina de high–high, ou seja, observações com valores acima da média, com vizinhança também acima da média. Ela ocupará o primeiro quadrante no Gráfico de Dispersão de Moran. Já aqueles abaixo da média, com vizinhos na mesma situação, ocupam o terceiro quadrante (low-low) e são representados pela cor azul. Ambos, high–high e low–low, são tidos como *clusters* espaciais, portanto, definidos como autocorrelações espaciais locais positivas (ANSELIN, 2005). O segundo quadrante (low-high) e o quarto quadrante (high-low) do Gráfico de Dispersão de Moran são ocupados, respectivamente, por áreas baixas cercadas por valores altos (cor azul claro) e por áreas altas cercadas de valores baixos (cor rosa). Esses dois, low–high e high–low, são tidos como *outliers* espaciais, logo, definidos como autocorrelações espaciais locais negativas. Caso não houvesse qualquer autocorrelação espacial, as observações estariam distribuídas aleatoriamente pelos quatro quadrantes.

Outro aspecto importante diz respeito ao nível de significância estatística. Essa pode ser testada através de permutações, a fim de se obter indicadores *Lisa* mais robustos (ANSELIN, 2005). Nesta tese, o número de permutações utilizado foi de 9.999, sendo rodado até os resultados se estabilizarem. Desta forma, os valores da variável (morte por doenças cardiovasculares) foram realocados aleatoriamente nas diversas microrregiões e o indicador local de autocorrelação (*LISA*) computado novamente para cada permutação. Com isso, se obtém a distribuição empírica do *LISA* e, a partir dos percentis, calcula-se a significância do real valor do índice (*LISA*) encontrado para cada microrregião (ANSELIN, 1995, 1996; RIGOTTI & VASCONCELLOS, 2005). Observa-se, assim, o nível de significância (neste trabalho 5%) a partir de uma pseudodistribuição gerada por meio do número de permutações mencionados anteriormente. Ou seja, esse será o percentual de erro provável ao se afirmar que a distribuição espacial não é aleatória.

Para implementar essa metodologia também foi utilizado o software GeoDa 1.6.7. Esse, através das taxas brutas padronizadas (TBM^s) direta e indiretamente, gerou os indicadores *Lisa* (indicador local de associação espacial) que foram mapeados. No software definiu-se, ainda, uma estrutura de vizinhança entre as microrregiões denominada *Queen* (Figura 6). Esse critério correlaciona as microrregiões com seu vizinho independente de sua direção. Outra possibilidade, apenas como menção, seria utilizar o critério *Rook* (Figura 6). Esse, por sua vez, analisa a autocorrelação apenas de polígonos que fazem divisas em quatro direções ortogonais.

FIGURA 6 – Tipos de pesos espaciais – Queen (esquerda) e Rook (direita)



Fonte: Elaboração própria

O método de autocorrelação espacial permitirá que o terceiro e último objetivo específico seja respondido, ou seja, verificar se existe um padrão espacial de mortes por DCVC no Brasil, no nível de microrregiões geográficas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados alcançados ao longo da pesquisa¹². Primeiramente mostrar-se-á as taxas brutas (dados primários¹³) de mortes por doenças cardiovasculares para o Brasil, no nível de microrregiões geográficas. Em seguida será analisada a estrutura de mortalidade cardiovascular dessas microrregiões. Posteriormente, serão expostos os mapeamentos e análises das taxas brutas padronizadas (TBM^s), da suavização das taxas brutas realizada pela técnica empírica espacial de Bayes e a decomposição das taxas brutas padronizadas. Por fim, será apresentada e analisada a autocorrelação espacial para as mortes por doenças cardiovasculares.

4.1 Taxas Brutas de Mortalidade Cardiovascular

Nas figuras 7 (homens) e 8 (mulheres) são apresentadas as taxas brutas de mortalidade cardiovascular utilizando os dados primários extraídos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Em ambos os casos são mostrados mapas temáticos com os três quinquênios estudados (1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010).

Inicialmente, como é possível observar nas figuras 7 e 8, os homens apresentam TBM cardiovascular maior que as mulheres em todos os quinquênios. Além disso, para ambos os sexos a TBM cardiovascular tende, de maneira geral, a um declínio ao longo do período estudado.

Entretanto, e quando se faz uma análise mais detalhada entre as regiões geográficas brasileiras, nota-se, no que diz respeito à TBM cardiovascular, uma configuração espacial mais homogênea entre os gêneros e, ao mesmo tempo,

¹² Todos os resultados gerados por esta tese foram disponibilizados aos membros da banca por meio de um CD-ROM e estão na forma de tabelas, juntamente com suas fórmulas e rotinas.

¹³ Nesta tese dados primários são entendidos como aqueles extraídos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) ainda sem qualquer tipo de correção, ajuste, etc, ou seja, o dado “puro”.

mais heterogênea dentro do próprio sexo. No caso masculino, por exemplo, as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, com exceção da porção norte do estado de Minas Gerais, apresentaram um declínio em suas TBMs cardiovascular entre os anos trabalhados. Para ilustrar toma-se, por exemplo, a microrregião de Vassouras (Rio de Janeiro). Essa microrregião apresentava no quinquênio 1996-2000 a maior TBM cardiovascular encontrada no Brasil, 201,91 por mil habitantes. Nos dois quinquênios seguintes os valores de TBM cardiovascular foram, respectivamente, 152,77 e 128,95 para cada mil pessoas. As microrregiões que mostraram os maiores valores de TBM cardiovascular nos quinquênios 2001-2005 e 2006-2010 foram, na ordem, Campos do Jordão (São Paulo), 187,99 por mil, e Suape (Pernambuco), 154,31 por mil. Ou seja, houve um decréscimo de aproximadamente 23,5% entre a maior TBM cardiovascular encontrada no quinquênio 1996-2000 e o maior valor achado no quinquênio 2006-2010. Já as regiões Norte e Nordeste, bem como a porção norte do estado de Minas Gerais, exibiram, conforme pode ser visto na figura 7, uma tendência de aumento em suas TBMs cardiovascular ao longo dos anos.

No que tange as mulheres, e ainda que tenham apresentado TBMs cardiovascular menores em todos os quinquênios se comparado aos homens, à configuração espacial é semelhante àquela descrita anteriormente para o sexo masculino. Isto é, as regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste, com exceção da porção norte do estado de Minas Gerais, mostraram um declínio em suas TBMs cardiovascular entre os quinquênios estudados. Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste, bem como a porção norte do estado de Minas Gerais, exibiram, conforme pode ser observado na figura 8, um aumento em suas TBMs cardiovascular ao longo do período analisado. No primeiro quinquênio a maior TBM cardiovascular registrada para o sexo feminino foi em Wenceslau Braz (Paraná), 166,86 por mil habitantes. Isso equivale a uma diferença de 17,4% menor que a maior TBM cardiovascular encontrada para o sexo masculino neste quinquênio (microrregião de Vassouras – Rio de Janeiro). No quinquênio seguinte, 2001-2005, o maior valor de TBM cardiovascular computado para as mulheres foi de 163,80 para cada mil pessoas em Irati, também no estado do Paraná. Por fim, no quinquênio 2006-2010, assim como aconteceu para o sexo masculino, o maior valor

registrado foi para a microrregião de Suape (Pernambuco), 130,31 por mil habitantes.

Essas informações, dados e análises servem para mostrar e reforçar que nas últimas décadas a população brasileira experimenta importantes mudanças no seu padrão de morbi-mortalidade. Junto com essas transformações, a estrutura etária do Brasil também passa por modificações, ao passo que o país avança no seu processo de transição epidemiológica. “Diante deste contexto, cada vez mais aumenta a demanda por estudos que identifiquem o padrão etário e os diferenciais de mortalidade adulta no Brasil” (LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014). No entanto, o estudo de mudanças epidemiológicas ocorridas em qualquer população depende diretamente da qualidade das informações de mortalidade (PAES, 2007; FRANÇA et al., 2008; LIMA et al., 2014). No Brasil, um país considerado em desenvolvimento, uma das principais limitações aos estudos de mortalidade adulta é a sub-enumeração do registro de óbitos – quando declaradas nos censos – ou o sub-registro dos eventos básicos disponíveis nas estatísticas vitais desses países. Dessa forma, a fim de obter estimativas adequadas do nível e padrão da mortalidade é fundamental avaliar e, quando necessário, corrigir a qualidade das informações de óbitos (LUY, 2010).

Mathers et al. (2005), Luy (2010) e Freire et al. (2014) afirmam que é possível observar uma contínua melhora nas informações de mortalidade no Brasil nos últimos anos, tanto no que se refere a cobertura dos registros, quanto no que diz respeito ao correto preenchimento da declaração de óbitos. França et al. (2008) corrobora os autores mencionados ao declarar que o Brasil mostra sinais de melhoras nos seus registros de óbito, com o grau de cobertura de mortes do país passando de 85%, entre 1980-1991, para 91%, entre 1991-2000. Porém, em alguns estados o problema ainda persiste, sobretudo, nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com sub-enumeração de óbitos e declarações preenchidas de forma incompleta, o que dificulta a melhor compreensão do fenômeno mortalidade. Neste cenário de dados incompletos e subnotificações, conhecer o padrão e nível da mortalidade, além de tentar perceber a tendência histórica, torna-se um exercício difícil na medida em que há diferença na cobertura e qualidade dos dados ao longo do tempo e regiões (FREIRE et al., 2014). Por isso,

esses dados e informações explicam, substanciam e reforçam a necessidade dos métodos empregados nesta tese e que serão apresentados na forma de resultados a partir da próxima seção.

4.2 Estrutura de Mortalidade Cardiovascular das Microrregiões Brasileiras

Os resultados diretos (dados primários) de mortes por doenças cardiovasculares para o Brasil (figuras 7 e 8), extraídos do SIM/DATASUS, suscitam algumas questões e problemas que necessitam ser solucionados, como a sub-enumeração do registro de óbitos – quando declaradas nos censos – e/ou o sub-registro dos eventos básicos disponíveis nas estatísticas vitais, conforme abordado na seção metodológica e no tópico anterior. Portanto, a análise da qualidade dos registros de óbitos das microrregiões brasileira para os três quinquênios estudados neste trabalho (1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010), antes mesmo do procedimento de padronização, é uma etapa necessária e de extrema importância.

As estimativas de grau de cobertura dos registros de óbitos utilizada foram retiradas do trabalho de Lima e Queiroz (2014)¹⁴. No referido estudo os autores apresentam as estimativas de grau de cobertura, por mesorregiões, para os métodos Synthetic Extinct Generations (SEG), proposto por Bennett e Horiuchi (1981), General Growth Balance (GGB), proposto por Hill (1987), e Adjusted Synthetic Extinct Generations (SEG-adj), proposto por Hill, You & Choi (2009). Entretanto, como a literatura não indica o melhor método para correção do sub-registro de óbitos optou-se pelo método SEG-adj por ser considerado, de forma geral, mais robusto que os demais¹⁵.

¹⁴ As estimativas de grau de cobertura dos registros de óbitos no trabalho de Lima e Queiroz (2014) dizem respeito a todas as causas de morte. Conforme abordado anteriormente, neste trabalho apenas “uma causa de morte” será estudada (mortes por doenças do aparelho circulatório). Sendo assim, um dos pressupostos desta tese é que não há grande variação nos sub-registros de óbito segundo a causa de morte no estudo dos referidos autores, que utilizam todas as causas de morte, e este, que visa apenas àquelas pessoas que morreram por doenças cardiovasculares.

¹⁵ Para maiores detalhes sobre os métodos SEG, GGB e SEG-adj ver: Bennett & Horiuchi, 1981; Hill, 1987; Timaeus, 1991; Hill, You & Choi, 2009; Lima, Queiroz & Sawyer, 2014; Lima & Queiroz, 2014.

FIGURA 7 – Taxa bruta de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta, homens, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

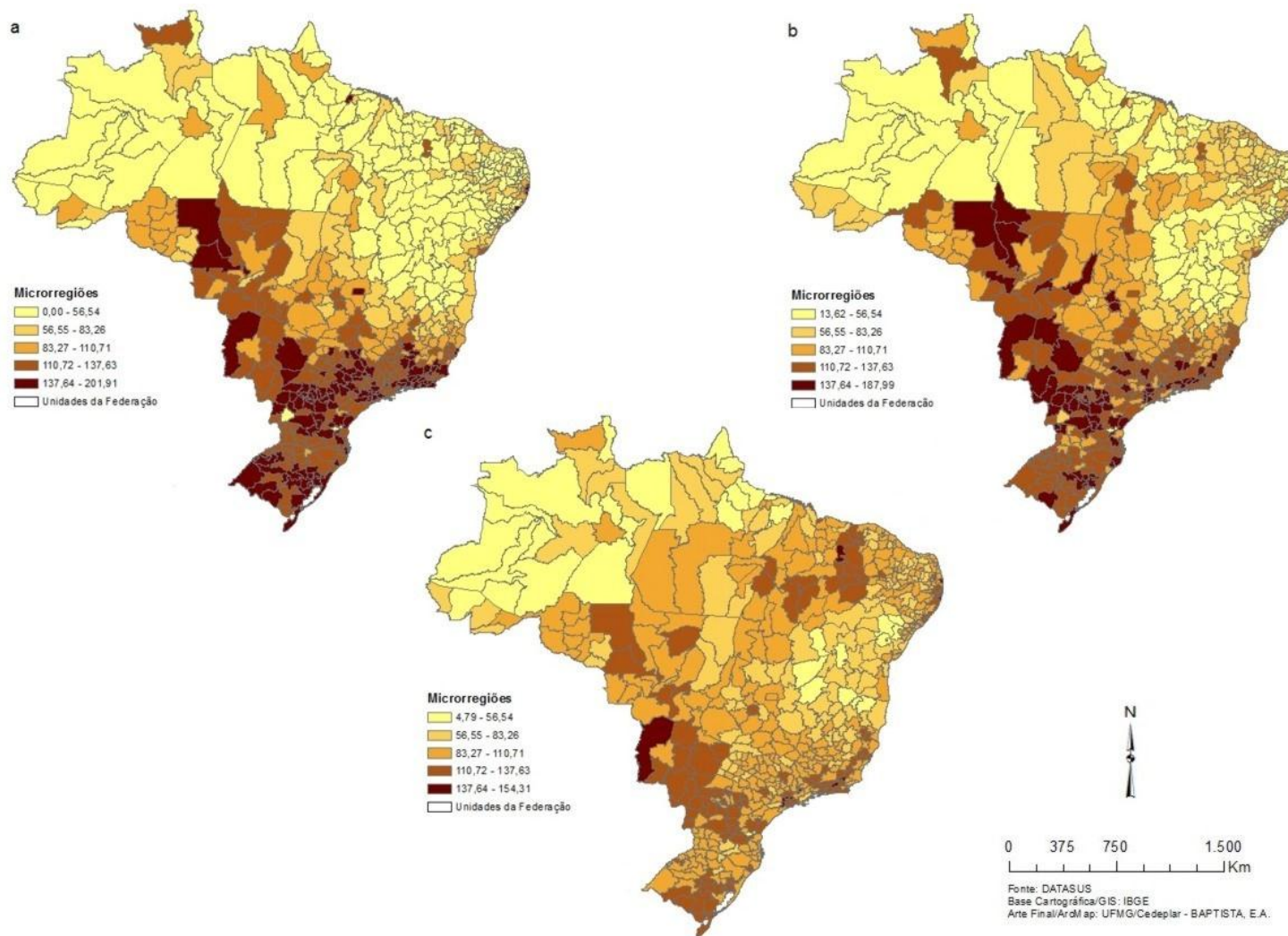
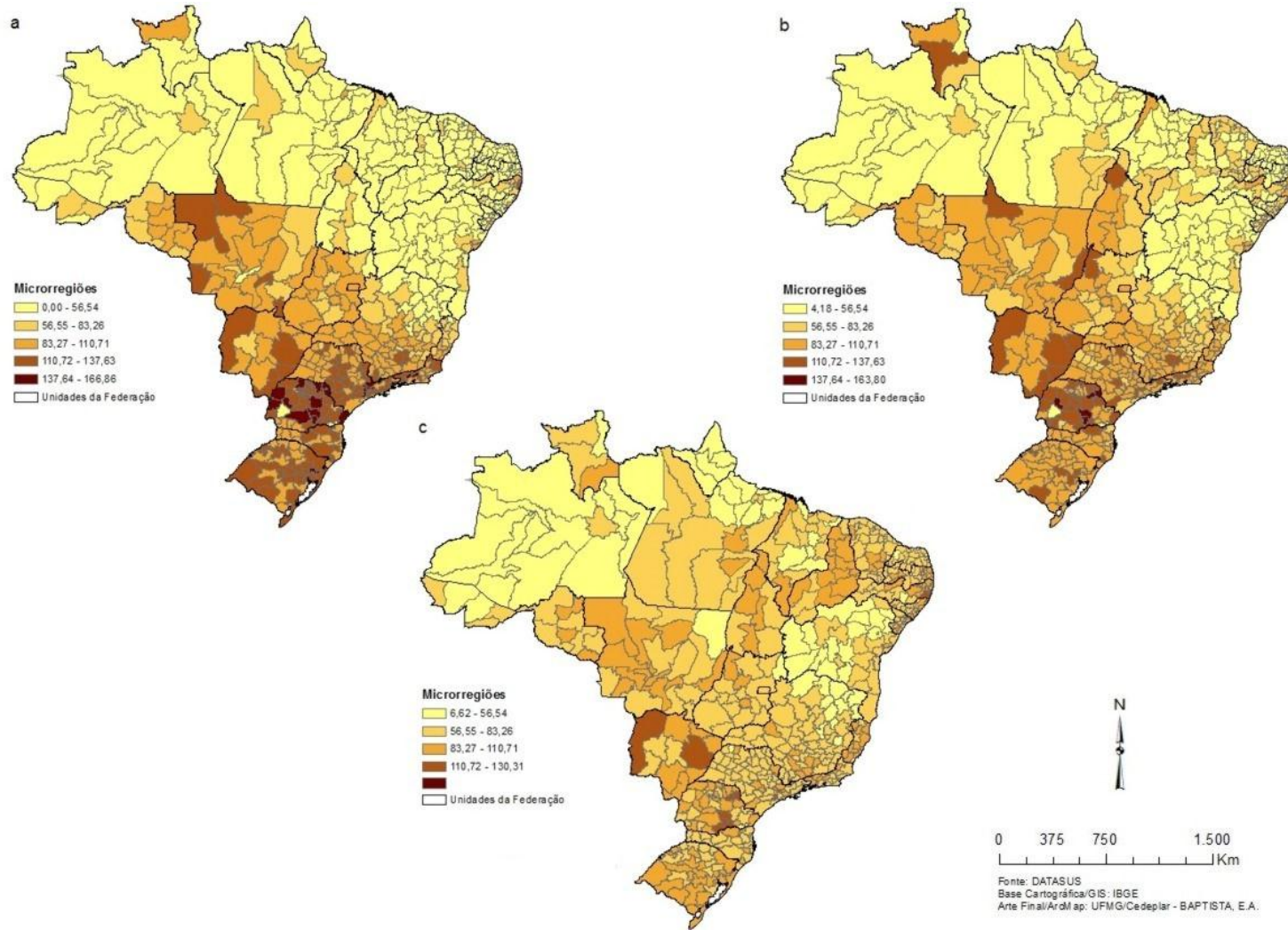


FIGURA 8 – Taxa bruta de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta, mulheres, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



Alguns estudos (AGOSTINHO, 2009; QUEIROZ & LIMA, 2011; LIMA, QUEIROZ & SAWYER, 2014; LIMA & QUEIROZ, 2014) indicam que o registro de óbitos nas regiões brasileiras, com exceção de algumas localidades (especialmente nas regiões Norte e Nordeste do país), é de boa qualidade e têm melhorado consideravelmente nas últimas décadas. Porém, por conta dessas áreas que apresentam sub-registro de óbitos, torna-se necessário corrigir o nível das taxas antes de se aplicar a padronização.

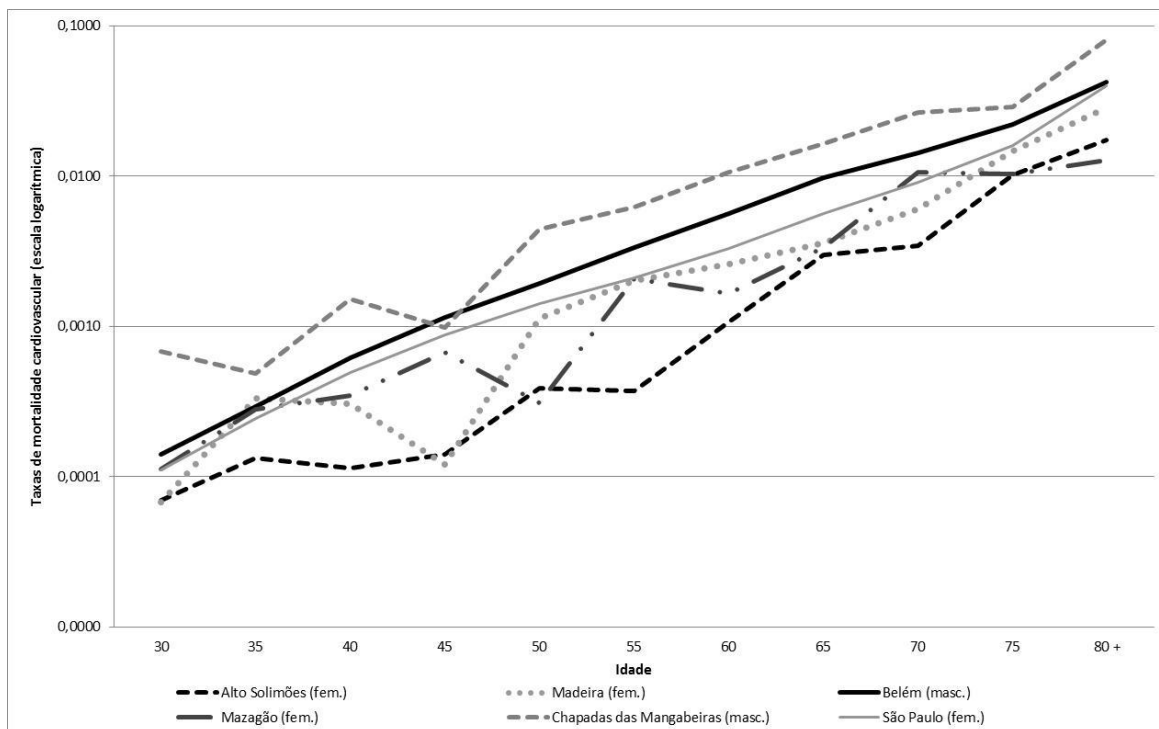
Sendo assim, e antes de partir para a padronização (direta e indireta) das taxas de mortalidade cardiovascular, é importante avaliar a estrutura de mortalidade das microrregiões brasileiras, uma vez que estas serão usadas para calcular os níveis de mortalidade. Dentre as 558 microrregiões existentes, os três quinquênios estudados e ambos os sexos, e para ilustrar, apresentar-se-á as taxas específicas de mortalidade cardiovascular de 6 microrregiões selecionadas aleatoriamente. Todas as taxas de mortalidade por idade a seguir (Figura 9) pertencem ao quinquênio 2006-2010 e estão representadas em escala logarítmica, sendo que as microrregiões Belém (PA) e Chapadas das Mangabeiras (MA) trazem as taxas específicas de mortalidade cardiovascular do sexo masculino e as microrregiões Alto Solimões (AM), Madeira (AM), Mazagão (AP) e São Paulo (SP) do sexo feminino.

Observa-se que para o quinquênio analisado (2006-2010) as taxas específicas de mortalidade das microrregiões Belém e São Paulo apresentam comportamento semelhante ao longo dos grupos etários no que diz respeito à estrutura, diferenciando-se apenas nos níveis de mortalidade. Nas demais microrregiões há sinais de instabilidade ao longo das curvas, como nas idades de 30-35 e 40-45 anos da microrregião Chapadas das Mangabeiras; 35 a 45 anos na microrregião Madeira; e “picos” ao longo da estrutura etária das microrregiões Mazagão e Alto Solimões. Os níveis de mortalidade observados também são distintos uns dos outros nas referidas microrregiões.

Dessa forma, e apesar dos claros sinais de instabilidade observados nas taxas específicas de mortalidade cardiovascular das microrregiões selecionadas, acredita-se que as funções de mortalidade das mesmas podem ser usadas como estrutura modelo, admitindo-se que não há grande variação no padrão de

mortalidade observado para todas as causas de morte e aquele encontrado para as mortes por doenças cardiovasculares.

FIGURA 9 – Taxas Específicas de Mortalidade Cardiovascular, população adulta, microrregiões selecionadas aleatoriamente, Brasil, 2006-2010



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

4.3 Taxas Brutas Padronizadas (TBM^s) de Mortalidade Cardiovascular

Após a avaliação das estruturas de mortalidade cardiovascular, e de se pressupor que o sub-registro de morte por doenças cardiovasculares é o mesmo que o sub-registro de todos os óbitos, passa-se à padronização. Primeiramente serão apresentadas as TBM^s pelo método direto, ou seja, padroniza-se a estrutura etária da população e deixa as funções de mortalidade por doenças cardiovasculares observadas de cada localidade (microrregião). Em seguida, serão expostas as TBM^s pelo método indireto, isto é, o nível varia, mas a função, ou conjunto de taxas específicas, é a mesma, pois ela foi tomada emprestada de uma população que, *a priori*, adotou-se como semelhante a nossa população em estudo. Neste trabalho a função emprestada advém das médias (população e mortes) quinquenais do Brasil. Em ambos os casos serão mostrados uma coleção de mapas temáticos com os três quinquênios estudados (1996-2000, 2001-2005 e

2006-2010), além de separados por sexo (masculino e feminino). Torna-se importante mencionar que a forma de padronizar, direta ou indireta, pode implicar em resultados diferentes, uma vez que na primeira há o controle da estrutura etária, enquanto na segunda se controla as taxas.

A figura 10 apresenta as TBM^s pelo método direto para o sexo masculino. É possível notar que o nível de mortalidade cardiovascular dos homens ao longo do período analisado diminuiu de maneira mais acentuada e clara nas microrregiões das regiões Sudeste e Sul, notoriamente as regiões mais desenvolvidas do país. Esse ganho, no que diz respeito à queda das taxas de mortalidade cardiovasculares, pode ser explicado, em parte, pela melhoria educacional e nas condições de saúde da população, nos diagnósticos prematuros quanto aos riscos cardiovasculares e na busca por uma melhor qualidade de vida. Em contrapartida, as microrregiões das regiões Nordeste e Norte, de forma geral, observaram seu nível de mortalidade aumentar no decorrer dos anos. A explicação para este aumento pode estar na contramão dos aspectos citados para as microrregiões situadas nas regiões Sudeste e Sul. As microrregiões da região Centro-Oeste, por fim, apresentaram um incremento de sua TBM^s do primeiro para o segundo quinquênio para, em seguida, observar uma queda entre os dois últimos quinquênios.

Para exemplificar, no quinquênio 1996-2000 a microrregião de Franco da Rocha (São Paulo) foi a que apresentou a maior TBM^s para o sexo masculino, 8,99 por mil. No quinquênio seguinte (2001-2005) a TBM^s dessa microrregião caiu para 6,34 por mil (27^a posição), e no quinquênio 2006-2010 a TBM^s estava em 5,68 por mil (27^a posição). No período 2001-2005 quem obteve a maior TBM^s foi a microrregião de Caracaraí (Roraima), 7,97 por mil. Já no quinquênio 2006-2010 quem ficou com a primeira posição foi a microrregião de Redenção (Pará), 7,20 por mil.

No outro extremo, a microrregião de Japurá (Amazonas) apresentou uma TBM^s de 0,0 e 0,84 por mil nos quinquênios 1996-2000 e 2001-2005, respectivamente. No quinquênio 2006-2010 quem exibiu a TBM^s mais baixa foi a microrregião de Fernando de Noronha (Pernambuco), 0,55 por mil. Japurá, no último quinquênio, ficou com a segunda posição, 1,02 por mil.

A figura 11 traz as TBM^s pelo método direto para o sexo feminino. Verifica-se que a configuração espacial encontrada para o nível de mortalidade cardiovascular das mulheres é muito similar ao que foi observado para o sexo masculino. Nas microrregiões da região Norte, por exemplo, houve um incremento do primeiro para o segundo quinquênio. Já do segundo para o terceiro as microrregiões experimentaram estabilidade nos seus níveis de mortalidade. As microrregiões da região Nordeste observaram um incremento nos níveis de mortalidade cardiovascular das mulheres ao longo do período, sendo que esse ganho se deu de forma mais acentuada entre os dois últimos quinquênios. No que tange as microrregiões da região Centro-Oeste, houve um incremento do primeiro para o segundo quinquênio. Entretanto, no quinquênio 2006-2010 as microrregiões experimentaram um decréscimo no nível de mortalidade feminina se comparado ao quinquênio anterior. As microrregiões das regiões Sudeste e Sul, da mesma forma como se mostrou para o sexo masculino, observaram um decréscimo nos níveis de mortalidade ao longo dos anos.

Para elucidar, no quinquênio 1996-2000 a microrregião do Amapá (AP) foi a que apresentou a maior TBM^s para o sexo feminino, 11,36 por mil. Já nos quinquênios 2001-2005 e 2006-2010 quem obteve a maior TBM^s foi a microrregião do Oiapoque, também no estado do Amapá (AP). As TBM^s encontradas foram, respectivamente, 12,15 e 10,22 por mil.

Por outro lado, e assim como foi observado para o sexo masculino, a microrregião de Japurá (Amazonas) apresentou uma TBM^s para as mulheres de 0,0 e 0,22 por mil nos quinquênios 1996-2000 e 2001-2005, respectivamente. Enquanto isso, no quinquênio 2006-2010 quem exibiu a TBM^s mais baixa, novamente, foi a microrregião de Fernando de Noronha (Pernambuco), 0,57 por mil. A microrregião de Japurá, no último quinquênio, ficou com a quinta posição, 1,52 por mil. Já Fernando de Noronha foi o quinto do ranking no primeiro quinquênio, com TBM^s de 0,61 por mil, e o segundo no quinquênio 2001-2005, TBM^s de 0,77 por mil.

A figura 12 apresenta as TBM^s pelo método indireto para o sexo masculino. Observa-se que a estrutura de mortalidade cardiovascular dos homens apresenta um padrão espacial muito claro ao longo do período analisado. As microrregiões das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte, por exemplo, exibem um

FIGURA 10 – Taxa Bruta Padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta pelo método direto, homens, Microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

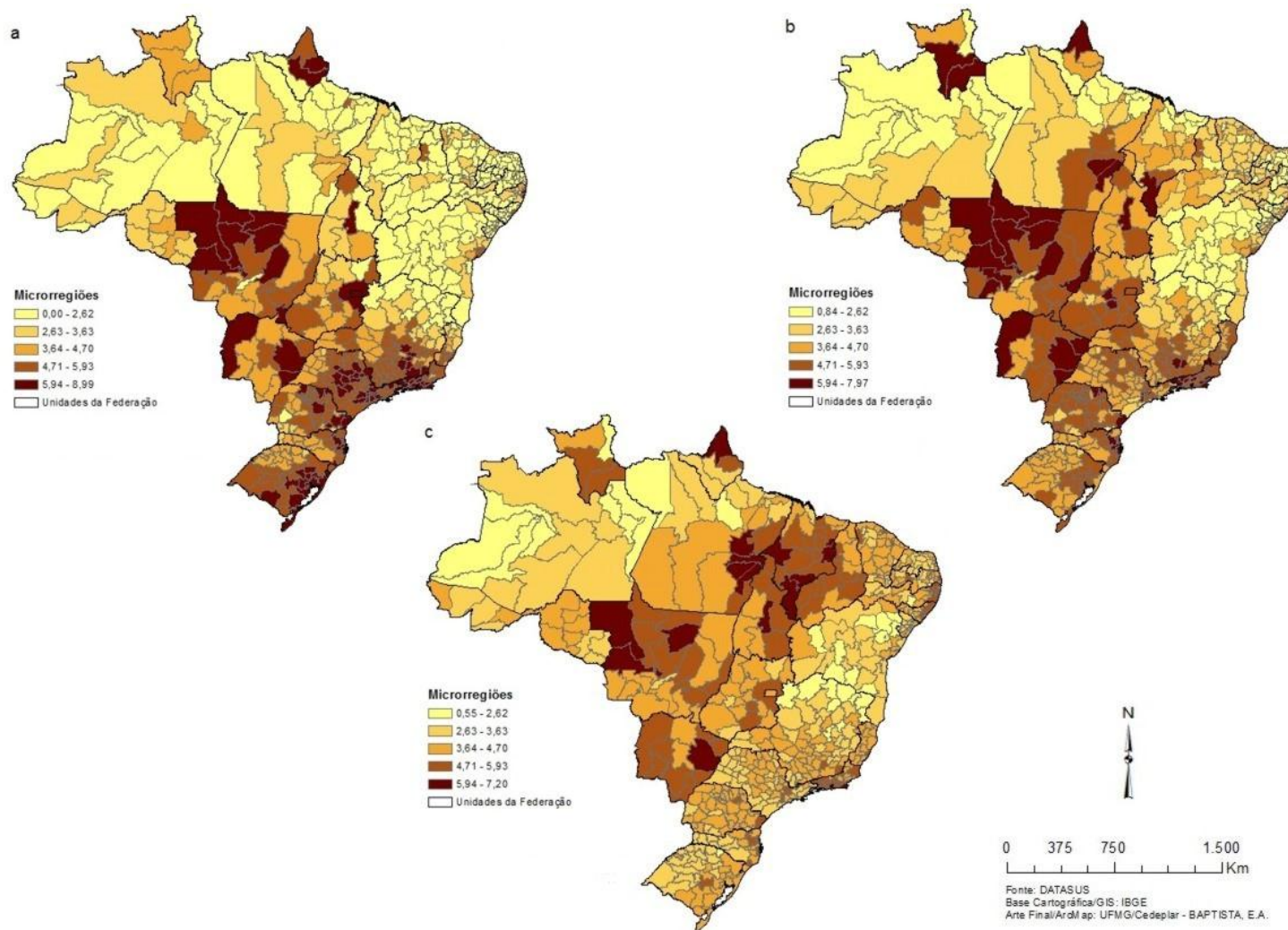
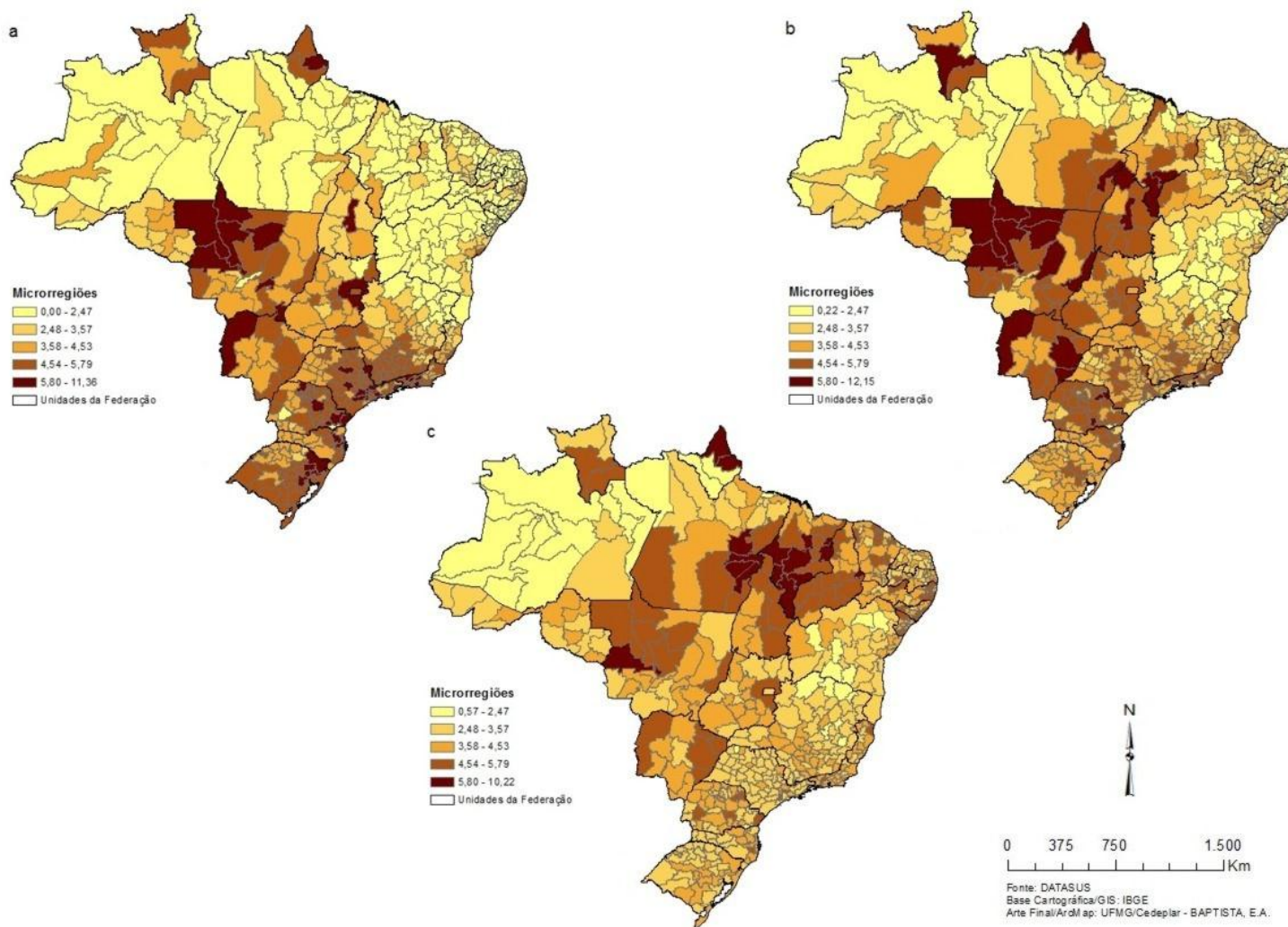


FIGURA 11 – Taxa Bruta Padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta pelo método direto, mulheres, Microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



comportamento espacial estável ao longo dos anos estudados. Com relação às TBM^s das microrregiões da região Nordeste, essas mostram um decréscimo das mesmas com o passar dos anos. Por fim, às TBM^s das microrregiões da região Sul sofrem um decréscimo entre os dois primeiros quinquênios e voltam a aumentar entre os dois últimos, com exceção do estado de Santa Catarina, onde às TBM^s se mantêm espacialmente estáveis.

Para ilustrar, nos quinquênios 1996-2000 e 2001-2005 a microrregião de Curimataú Ocidental (Paraíba) foi a que apresentou a maior TBM^s para o sexo masculino, 7,11 e 6,76 por mil, respectivamente. No último quinquênio (2006-2010) quem alcançou a maior TBM^s foi a microrregião de Umbuzeiro (Paraíba), 6,32 por mil. Curimataú Ocidental (Paraíba), no último quinquênio, ficou com a segunda posição, TBM^s de 6,14 por mil.

No outro extremo, a microrregião de Primavera do Leste (Mato Grosso) apresentou uma TBM^s de 2,32 por mil no quinquênio 1996-2000. Já a microrregião de Fernando de Noronha (Pernambuco) exibiu uma TBM^s de 2,18 e 2,01 por mil nos dois últimos quinquênios, respectivamente. A microrregião de Primavera do Leste (Mato Grosso) ficou na segunda posição nesses mesmos quinquênios.

A figura 13 traz as TBM^s pelo método indireto para o sexo feminino. Nota-se que a estrutura de mortalidade cardiovascular das mulheres, assim como aconteceu com os homens, apresenta um padrão espacial muito nítido ao longo do período em estudo. Na maioria das microrregiões das regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul é possível observar um comportamento estável das estruturas de mortalidade cardiovascular. Já na região Nordeste, as microrregiões mostram um decréscimo das mesmas ao longo dos quinquênios.

Para exemplificar, no quinquênio 1996-2000 a microrregião de Curimataú Ocidental (Paraíba) foi a que apresentou a maior TBM^s para o sexo feminino, 5,71 por mil. No quinquênio seguinte (2001-2005) a TBM^s dessa microrregião caiu para 5,44 por mil (2^a posição), e no quinquênio 2006-2010 a TBM^s estava em 5,00 por mil (3^a posição). No período 2001-2005 quem obteve a maior TBM^s foi a microrregião do Brejo Paraibano (Paraíba), 5,48 por mil. Já no quinquênio 2006-

2010 quem ficou com a primeira posição foi a microrregião de Boquira (Bahia), 5,14 por mil.

Por outro lado, a microrregião de Fernando de Noronha (Pernambuco) apresentou uma TBM^s de 1,52, 1,50 e 1,54 por mil nos quinquênios 1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010, respectivamente. Ou seja, essa microrregião obteve as mais baixas TBMs cardiovasculares para mulheres em todo o período estudado.

Os resultados das TBMs pelo método direto e indireto apresentados acima vão ao encontro das conclusões obtidas por diversos estudos. Souza e colaboradores (2006), por exemplo, destacam que reduções significativas do risco de morte por doenças cardiovasculares ocorreram somente nas regiões mais desenvolvidas, como o Sul e o Sudeste, e essa redução foi tardia e discreta, se comparada com outros países. Portanto, as condições socioeconômicas, segundo os autores, são facilitadores de uma melhor resposta na redução da morbidade e mortalidade por doenças circulatórias. Nessa mesma linha Ishitani et al. (2006) observaram associação inversa entre condições socioeconômicas (indicadas pela renda, escolaridade e moradia) e mortalidade por DCVC. A associação com taxa de pobreza foi direta. Entretanto, os valores baixos de R² encontrados nos modelos utilizados sugerem que outras variáveis, além das socioeconômicas, provavelmente, estão associadas à mortalidade por doenças cardiovasculares. No Brasil há ainda alguns estudos (MELLO JORGE et al., 2001; DUARTE et al., 2002) que analisaram dados relativos ao nível de macrorregiões e Unidades da Federação e verificaram maior mortalidade por DCVC em regiões socioeconomicamente mais desenvolvidas, sendo observadas taxas de mortalidade por DCVC significativamente maiores nos estados com menores taxas de pobreza. Por fim, Asaria et al. (2012) destacam que na maioria dos 7.932 distritos eleitorais da Inglaterra a taxa bruta padronizada de mortalidade cardiovascular declinou, mas que em 186 deles essa taxa aumentou para mulheres com idade igual ou superior a 65 anos.

A utilização da técnica de padronização, direta e indireta, permite, desta forma, comparar e concluir sobre a estrutura e o diferencial de nível das taxas brutas de mortalidade cardiovascular, uma vez que refletiram apenas as diferenças reais nas taxas específicas da variável estudada.

FIGURA 12 – Taxa Bruta Padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta pelo método indireto, homens, Microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

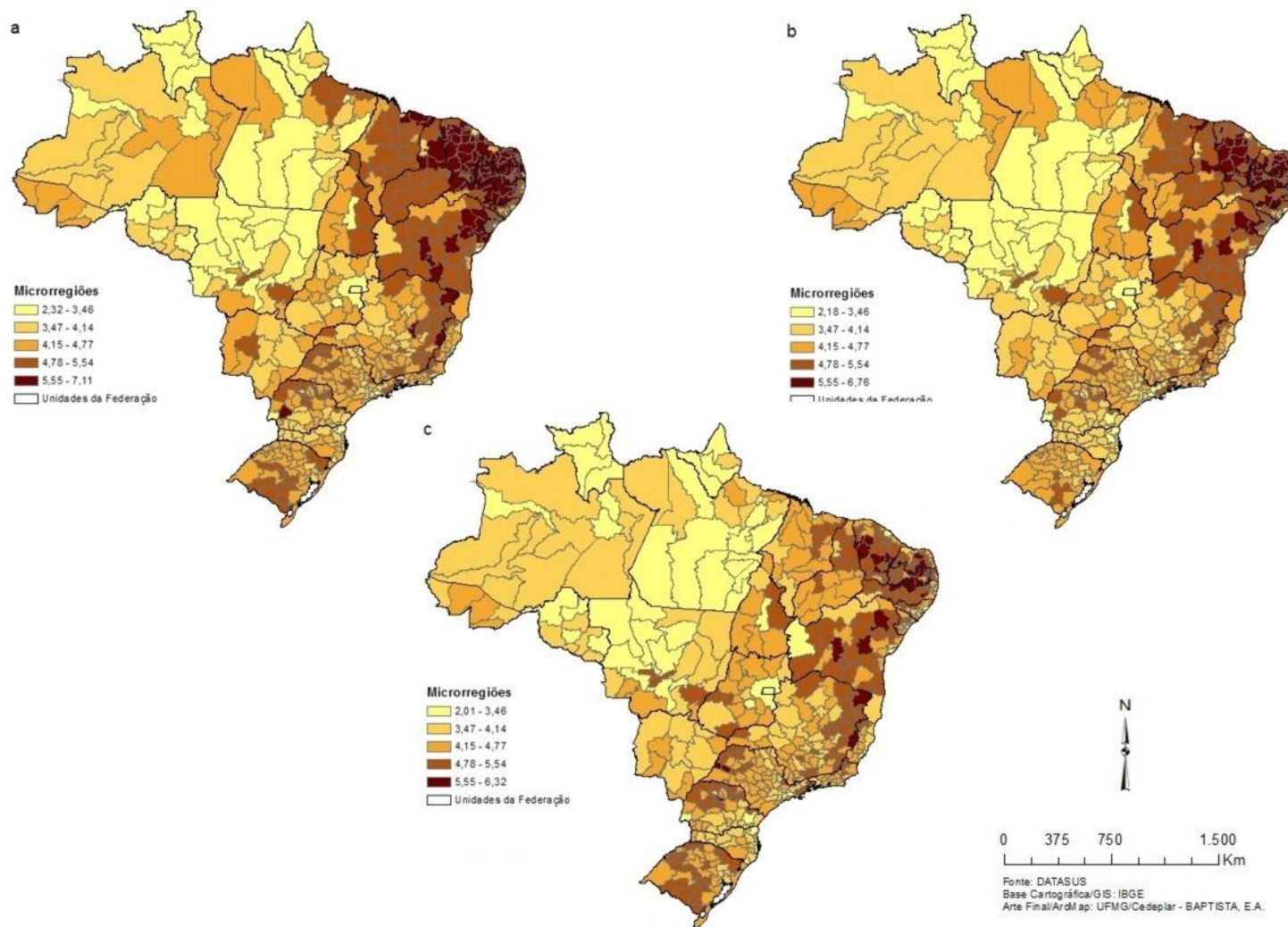
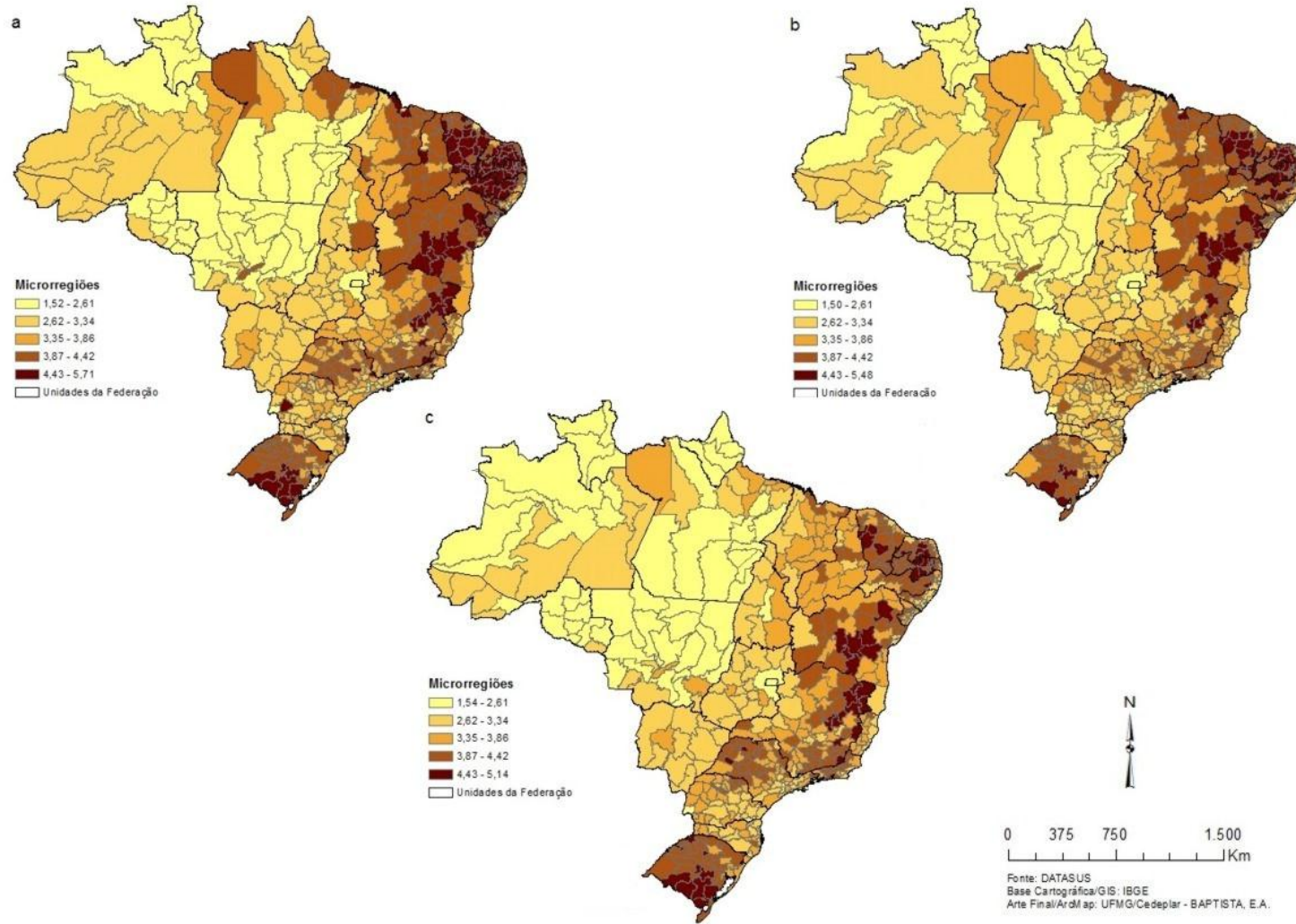


FIGURA 13 – Taxa Bruta Padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000) na população adulta pelo método indireto, mulheres, Microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



4.4 Suavização Espacial das Taxas Brutas de Mortalidade Cardiovascular

Paralelamente aos problemas de flutuação aleatória e pequeno registro de casos de mortes por doenças cardiovasculares em pequenas áreas, têm-se uma alternativa metodológica que vem se somar, e mesmo dar um passo adiante, ao método de padronização, a suavização. O emprego dessa técnica permite refinar as taxas iniciais e apresenta um resultado a mais para a discussão proposta por esta tese.

Para implementar a metodologia foi utilizado o software GeoDa 1.6.7. Através dele definiu-se uma estrutura de vizinhança simples, isto é, o critério “k-Nearest Neighbors” assegura que cada microrregião tem exatamente o mesmo k número de vizinhos. Nesta tese têm-se que $k=8$. Simulações com número diferente de vizinhos não apresentaram mudanças significativa nos resultados.

As figuras 14 (homens) e 15 (mulheres) mostram os resultados da aplicação da metodologia proposta para às microrregiões brasileiras. Os eixos vertical e horizontal possuem a mesma escala para ambos os sexos. As estimativas bayesianas do risco de morte por doenças cardiovasculares são muito mais concentradas do que as estimativas fornecidas pelas taxas brutas padronizadas diretamente, com destaque para o quinquênio 2006-2010 dos homens e o sexo feminino (ainda que a escala tenha sido definida pelos valores extremos encontrados entre as mulheres). O efeito desta contração das estimativas é maior nos valores da primeira metade das taxas brutas padronizadas diretamente. O efeito da contração depende da população em risco de cada microrregião. Aquelas áreas com grande população não tiveram grandes mudanças em relação à taxa bruta padronizada diretamente, já que essas devem ser estimativas confiáveis do risco subjacente. Já aquelas com pequena população em risco usaram também a informação vinda das microrregiões vizinhas, uma vez que a taxa bruta padronizada seria instável (ASSUNÇÃO et al., 1998).

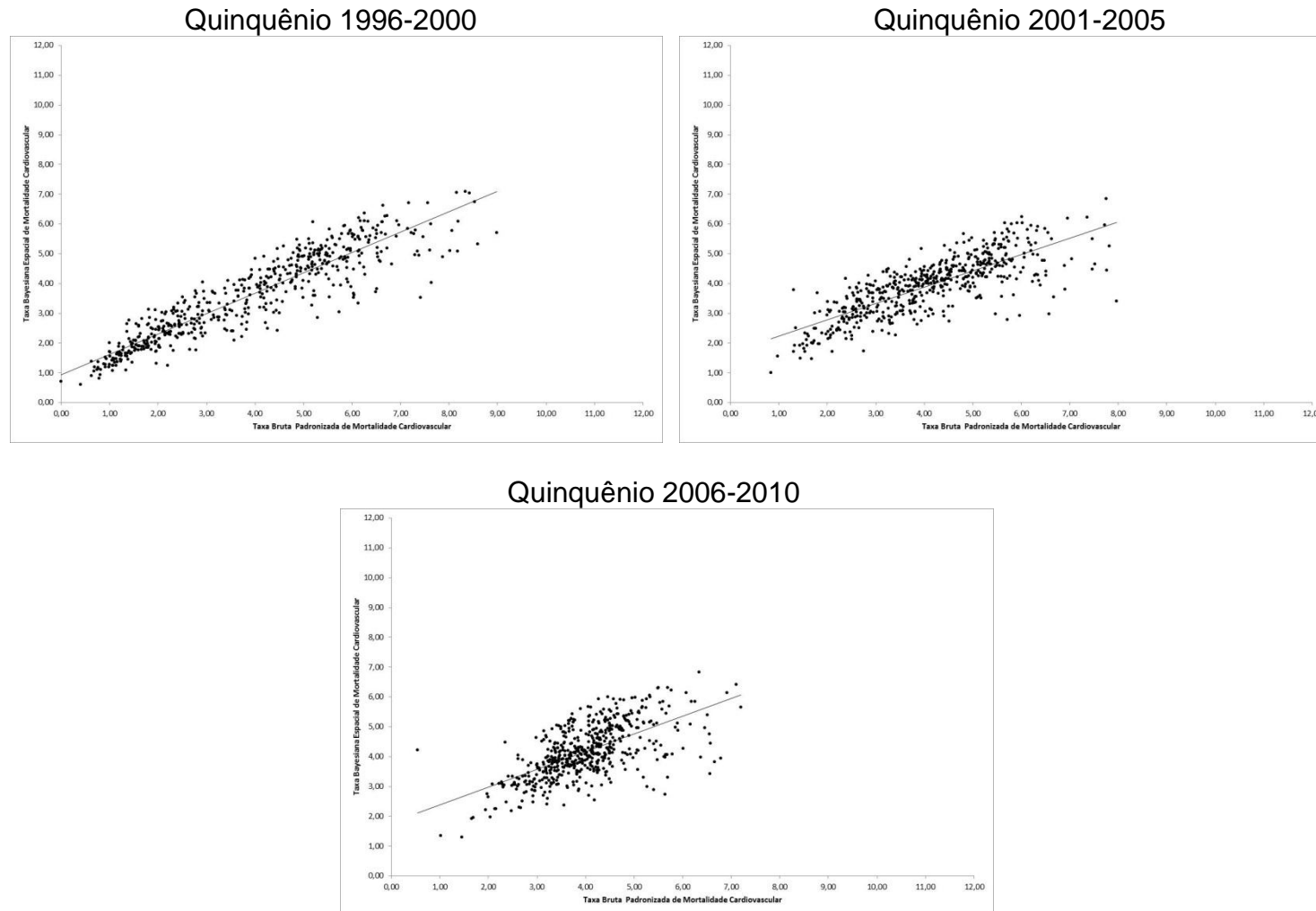
Os efeitos visuais das estimativas bayesianas espaciais podem ser observados nas figuras 16 (homens) e 17 (mulheres). Ambos, se comparados aos mapas das taxas brutas padronizadas (figuras 10, 11, 12 e 13), possuem uma aparência

muito mais suave e demonstram mais claramente os padrões espaciais do risco de mortalidade por doenças cardiovasculares. Os bolsões de riscos semelhantes são nítidos e facilmente identificáveis. Além disso, as estimativas por microrregiões podem ser analisadas com mais segurança, pois são estimadas com maior estabilidade. Os valores discrepantes resultantes podem ser estudados sem o temor de que sejam resultado de flutuação aleatória causada por populações pequenas. Assunção et al. (1998) destacam ainda que análises específicas e localizadas incluindo estudos de tendências temporais em pequenas áreas, como é o caso desta tese, podem ser realizadas com mapas produzidos com esta metodologia.

Desta forma, nota-se, por exemplo, que tanto no caso dos homens (Figura 16) como das mulheres (Figura 17), as maiores estimativas para o quinquênio 1996-2000 se encontram nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, região centro-sul de Minas Gerais e microrregião de Goiânia, ou seja, nas regiões socioeconomicamente mais ricas do país. Já no quinquênio seguinte, 2001-2005, os bolsões de riscos de mortes por doenças cardiovasculares se expandem para os estados do Ceará, litoral de Pernambuco, sul do Maranhão, Tocantins e Goiás (homens); e perdem força, com maior ou menor intensidade, nos estados do Rio Grande do Sul (homens), São Paulo e Minas Gerais. Por fim, no quinquênio 2006-2010 se observa que as maiores estimativas de mortes por doenças cardiovasculares estão nos estados do Rio de Janeiro, sul de Minas Gerais, centro-oeste paranaense, Mato Grosso do Sul (homens), Tocantins e nordeste brasileiro, com exceção dos estados da Bahia, Sergipe (homens) e parte de Alagoas (homens). A região Norte, bem como o estado da Bahia e a porção norte do estado de Minas Gerais, apresentam riscos baixos e são muito homogêneas ao longo de todo o período estudado. Esta continuidade no gradiente pode ser explicada pelo sub-registro de óbitos encontrados nestes locais (ASSUNÇÃO et al., 1998).

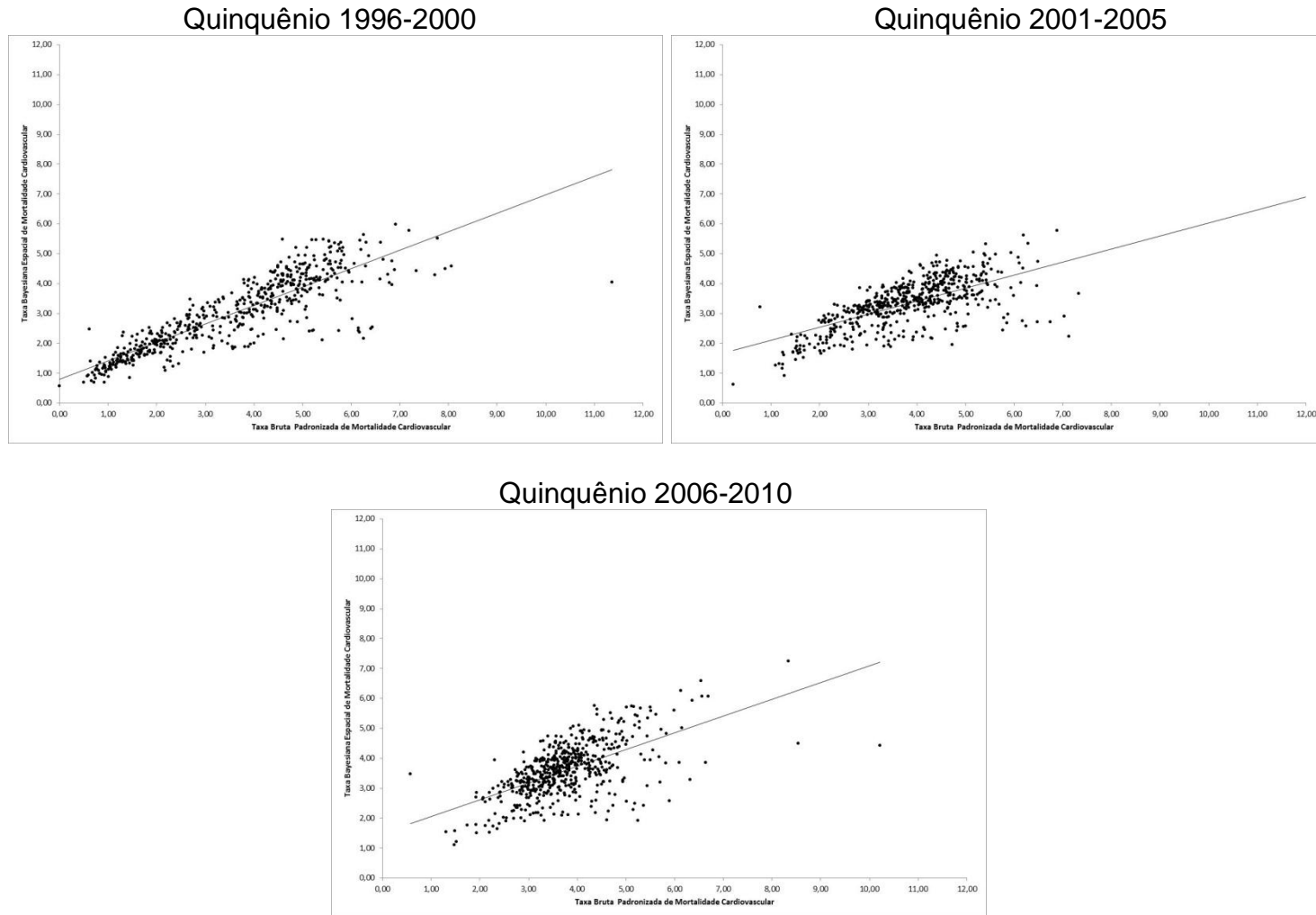
Em suma, o método Empírico de Bayes é intrinsecamente espacial e incorpora um componente que capta a variação suave de larga escala do risco nas microrregiões. O resultado é o decréscimo da influência de fatores aleatórios não relacionados com o risco subjacente e a produção de mapas mais confiáveis e

FIGURA 14 – Gráficos de dispersão da taxa bayesiana espacial de mortalidade cardiovascular (x1000) vs taxa bruta padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000), homens, Microrregiões, Brasil



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

FIGURA 15 – Gráficos de dispersão da taxa bayesiana espacial de mortalidade cardiovascular (x1000) vs taxa bruta padronizada de mortalidade cardiovascular (x1000), mulheres, Microrregiões, Brasil



Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

fáceis de interpretar (ASSUNÇÃO et al., 1998). Os autores afirmam que é importante salientar que este método não afeta erros sistemáticos como aqueles causados por sub-registro e isto implica que a interpretação dos mapas requer um conhecimento sobre a qualidade dos dados e as áreas estudadas.

Os resultados da suavização espacial da taxa empírica de Bayes apresentados anteriormente também corroboram e vão ao encontro das conclusões obtidas por outro autores. Melo et al. (2006), por exemplo, utilizam a metodologia de Suavização Bayesiana Empírica para analisar a distribuição espacial de mortes por infarto agudo do miocárdio no município do Rio de Janeiro. Neste estudo, os autores destacam que a elevada proporção observada de óbitos precoces (abaixo de 65 anos) reflete, de um lado, a alta concentração da população nas faixas etárias mais jovens e, de outro, um risco elevado de morte por infarto agudo do miocárdio no município. Além disso, o padrão espacial de mortalidade apresentou uma concentração do risco de morrer de infarto nas áreas mais pobres da cidade. Essas conclusões podem ser trazidas para o contexto brasileiro, isto é, com as discussões, já realizadas neste trabalho, sobre as diferenças regionais no que tange as Transições Demográfica e Epidemiológica brasileira.

4.5 Decomposição das Taxas Brutas Padronizadas (TBM^s) de Mortalidade Cardiovascular

Após a padronização das taxas brutas de mortalidade cardiovascular pelos métodos direto e indireto e da suavização dessas taxas pela técnica empírica espacial de Bayes, o próximo passo foi atribuir a diferença encontrada nas taxas às componentes, ou seja, a mudanças na função mortalidade ou na estrutura etária. Para tanto, foi utilizado o método de decomposição¹⁶. Essa decomposição foi realizada para os três quinquênios estudados (1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010) e ambos os sexos separadamente. Entretanto, e por questões de tamanho¹⁷ e fluidez na leitura, decidiu-se apresentar apenas os resultados

¹⁶ Os procedimentos e detalhes estão especificados na seção metodológica.

¹⁷ Os resultados apresentam 3 mapas para cada sexo e quinquênio, ou seja, seriam 18 mapas no total.

FIGURA 16 – Suavização espacial da taxa empírica de bayes de mortes por doenças cardiovasculares na população adulta, homens, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

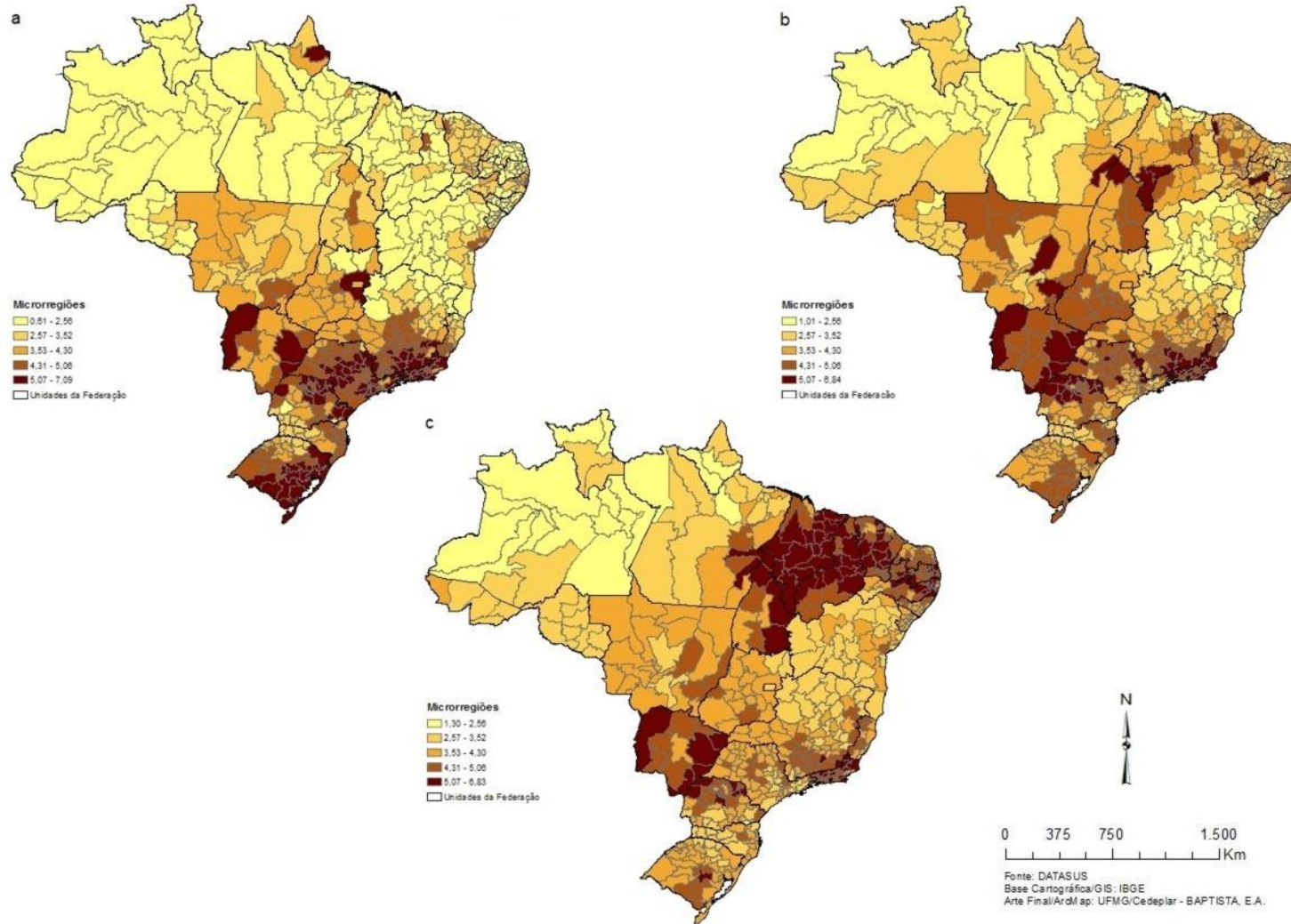
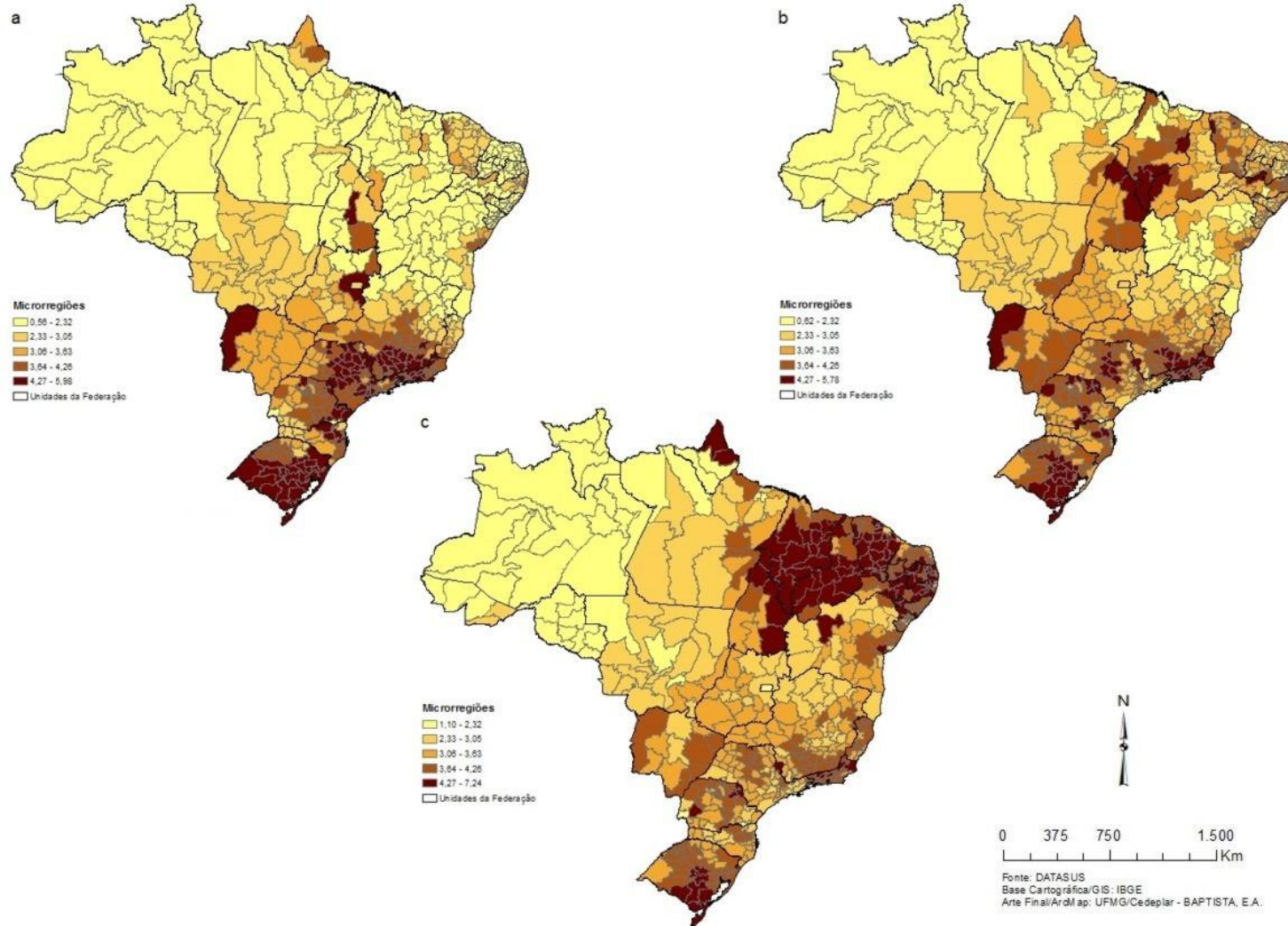


FIGURA 17 – Suavização espacial da taxa empírica de bayes de mortes por doenças cardiovasculares na população adulta, mulheres, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



espaciais para o sexo masculino do quinquênio 2006-2010¹⁸. Acredita-se que essa decisão não trará maiores problemas ao leitor, uma vez que as análises do quinquênio escolhido permitirão uma ideia e um entendimento sobre os demais resultados. Ainda assim, nas tabelas 1 e 2 é possível observar a média, o mínimo e o máximo da diferença entre a TBM do Brasil 2010 (utilizada como padrão) e cada microrregião (558 microrregiões brasileiras), o efeito da estrutura etária (efeito idade – Figura 18), da função mortalidade (efeito taxa – Figura 19) e o efeito da interação entre a estrutura etária e o nível de mortalidade para cada quinquênio e sexo.

Para ajudar no entendimento das tabelas abaixo toma-se, por exemplo, a microrregião de São Paulo para o quinquênio 2001-2005, sexo masculino. Nessa localidade a diferença entre a TBM do Brasil e a microrregião de São Paulo (2001-2005) foi de -0,000681. Ou seja, a TBM da microrregião de São Paulo foi 0,000681 maior que a TBM padrão (Brasil, 2010). A diferença média encontrada entre todas as 558 microrregiões foi de -0,000147, sendo que o menor valor achado foi de -0,003468 na microrregião de Serrana (Rio de Janeiro) e o maior valor encontrado de 0,003261 na microrregião de Japurá (Amazonas), conforme dados da Tabela 1. A microrregião de São Paulo ficou, portanto, abaixo da média das microrregiões brasileiras.

Do valor de -0,000681 achado para a microrregião de São Paulo, -0,001602 são devido ao efeito taxa, enquanto 0,000654 ao efeito idade, no sentido contrário. O restante, 0,000267, é o efeito da interação entre a estrutura etária e o nível de mortalidade.

¹⁸ Todos os resultados gerados por esta tese foram disponibilizados aos membros da banca por meio de um CD-ROM e estão na forma de tabelas, juntamente com suas fórmulas e rotinas.

TABELA 1 – Decomposição das taxas brutas de mortalidade por doenças cardiovasculares para os homens nos quinquênios 1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010. Valores médio, mínimo e máximo das microrregiões

Quinquênio	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010
Diferença BR 2010 - Micro			
Média	0,000264	-0,000147	-0,000432
(Mínimo; Máximo)	(-0,004096; 0,003794)	(-0,003468; 0,003261)	(-0,003672; 0,003205)
Efeito Taxa			
Média	-0,000041	-0,000288	-0,000207
(Mínimo; Máximo)	(-0,005192; 0,003794)	(-0,004175; 0,002952)	(-0,003408; 0,003249)
Efeito Idade			
Média	0,000074	-0,000021	-0,000246
(Mínimo; Máximo)	(-0,002002; 0,002044)	(-0,002049; 0,001977)	(-0,001997; 0,001968)
Efeito Interação			
Média	0,000232	0,000163	0,000022
(Mínimo; Máximo)	(-0,001302; 0,001994)	(-0,001462; 0,001659)	(-0,002012; 0,001296)

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

TABELA 2 – Decomposição das taxas brutas de mortalidade por doenças cardiovasculares para as mulheres nos quinquênios 1996-2000, 2001-2005 e 2006-2010. Valores médio, mínimo e máximo das microrregiões

Quinquênio	1996 - 2000	2001 - 2005	2006 - 2010
Diferença BR 2010 - Micro			
Média	0,000166	-0,000241	-0,000543
(Mínimo; Máximo)	(-0,003460; 0,003121)	(-0,003525; 0,003040)	(-0,004414; 0,002823)
Efeito Taxa			
Média	-0,000412	-0,000698	-0,000649
(Mínimo; Máximo)	(-0,008244; 0,003121)	(-0,009033; 0,002900)	(-0,007095; 0,002554)
Efeito Idade			
Média	0,000408	0,000284	0,000056
(Mínimo; Máximo)	(-0,001097; 0,002062)	(-0,001240; 0,001956)	(-0,001299; 0,001798)
Efeito Interação			
Média	0,000170	0,000172	0,000050
(Mínimo; Máximo)	(-0,001914; 0,004280)	(-0,001604; 0,004247)	(-0,001529; 0,003090)

Fonte: Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM)

As figuras 18 (efeito da estrutura etária) e 19 (efeito do nível de mortalidade) apresentam os resultados da decomposição para o quinquênio 2006-2010, sexo masculino. As mesmas são colocadas com o intuito de responder a seguinte pergunta: qual contribuição é maior, aquela observada pelas mudanças no nível

de mortalidade ou a observada nas alterações da distribuição etária da população? Se a contribuição do nível de mortalidade for relativamente maior do que a estimada para as alterações na estrutura etária, as variáveis que afetam o nível de mortalidade cardiovascular como condições socioeconômicas, ambientais, culturais e comportamentais, por exemplo, podem representar alguns dos principais fatores de risco para as mortes por doenças cardiovasculares. Neste caso, a estrutura etária contribuiria menos para a queda do que outros fatores associados. Caso contrário, isto é, se a participação da estrutura etária prevalecer sobre o nível de mortalidade, a importância da primeira para explicar a diferença entre as TBM^s seria maior que a segunda. Verificar e detectar qual das duas contribuições, do nível de mortalidade ou da estrutura etária, se apresenta mais relevante no nível dos estados e das microrregiões brasileiras, em especial, será de grande valia para responder a alguns levantamentos feitos por este trabalho, ou seja, dimensionar qual a importância dos fatores sociodemográficos (sexo e idade) para explicar as mortes por doenças cardiovasculares.

Na região Norte, por exemplo, o estado do Amazonas apresenta os dois efeitos positivos, ou seja, a diferença entre a TBM das microrregiões em relação à TBM do Brasil nesse estado são mais baixas tanto devido ao efeito estrutura etária como ao efeito do nível da taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares. No estado do Tocantins ocorre o contrário, isto é, os dois efeitos são negativos, o que quer dizer que a TBM da microrregião é maior que a TBM padrão que foi empregada, Brasil 2010. Nos demais estados da região Norte, enquanto o efeito da estrutura etária é predominantemente negativo para todas as microrregiões em relação ao Brasil, o efeito do nível de mortalidade se mostra heterogêneo, com direção positiva e negativa quando tomado o Brasil como referência. Na região Norte há uma população mais jovem, o que explica a TBM das microrregiões serem menores que a padrão em diversas microrregiões.

Na região Nordeste, os estados de Alagoas, Pernambuco, Ceará, Piauí e Maranhão apresentam efeito negativo tanto da estrutura etária como do nível de mortalidade, isto é, a TBM das microrregiões é maior que a TBM padrão nesses estados para os dois efeitos. Já nos estados da Bahia, Sergipe, Paraíba e Rio Grande do Norte há um efeito predominantemente negativo para a estrutura

etária, assim como foi para os estados citados anteriormente, mas um efeito positivo para o nível de mortalidade.

Com relação à região Centro-Oeste, os efeitos se apresentam, majoritariamente, em direção contrária, exceto para o estado de Goiás. Enquanto o efeito da estrutura etária é positivo para os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, o efeito do nível de mortalidade é negativo. Nesses estados, há uma população mais jovem, menos susceptível aos riscos de mortalidade por doenças cardiovasculares correlacionados à idade. Essa tendência também se aplica a microrregião de Brasília. No que tange o estado de Goiás, ambos os efeitos são, na maioria das microrregiões, negativo.

Na região Sudeste, os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentam os dois efeitos negativos, ou seja, a TBM das microrregiões é maior que a TBM padrão. O efeito da estrutura etária também é, predominantemente, negativo nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Entretanto, o efeito do nível de mortalidade se mostra heterogêneo em ambos. Enquanto em Minas Gerais a porção norte mostra efeito positivo, a porção sul traz um efeito negativo. Em São Paulo, o efeito do nível de mortalidade é positivo para as porções oeste, sul e nordeste e negativo para as demais regiões. A configuração descrita para a região Sudeste, de maneira geral, aponta para uma população mais envelhecida, uma vez que o efeito da estrutura etária se mostrou negativo para praticamente todas as microrregiões, ou seja, as TBM^s das microrregiões foram maiores em relação à população padrão. Porém, e como em algumas microrregiões, especialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo, o efeito do nível de mortalidade foi positivo, isso indica que o grau de mortalidade por doenças cardiovasculares torna-se, também, um aspecto importante nestas localidades.

Por fim, na região Sul o estado do Rio Grande do Sul apresenta efeito negativo para a estrutura etária na maioria de suas microrregiões. Esta configuração se repete para a porção centro-oeste do Paraná. Por outro lado, o estado de Santa Catarina e a porção centro-leste paranaense mostram efeito positivo para a estrutura etária. No que tange o efeito taxa, enquanto o estado do Paraná e porções leste do Rio Grande do Sul e Santa Catarina trazem um efeito negativo, as demais microrregiões apresentam um efeito positivo. No Rio Grande do Sul e

porção centro-oeste do Paraná o envelhecimento populacional é determinante para que haja um efeito negativo na estrutura etária das microrregiões. Em contrapartida, nas porções leste de Santa Catarina e Paraná o nível de mortalidade é preponderante.

FIGURA 18 – Efeito da estrutura etária (efeito idade), população adulta, homens – quinquênio 2006-2010

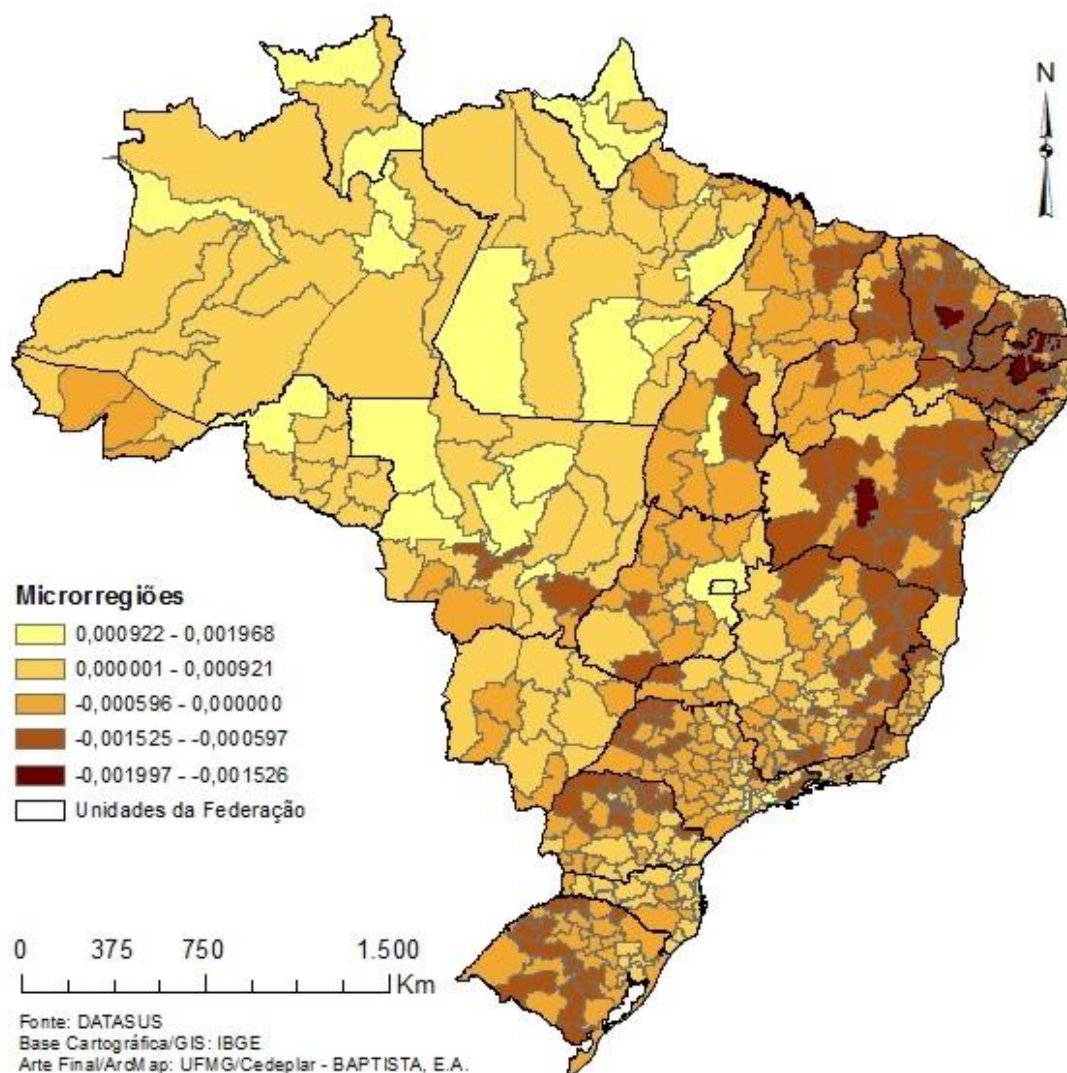
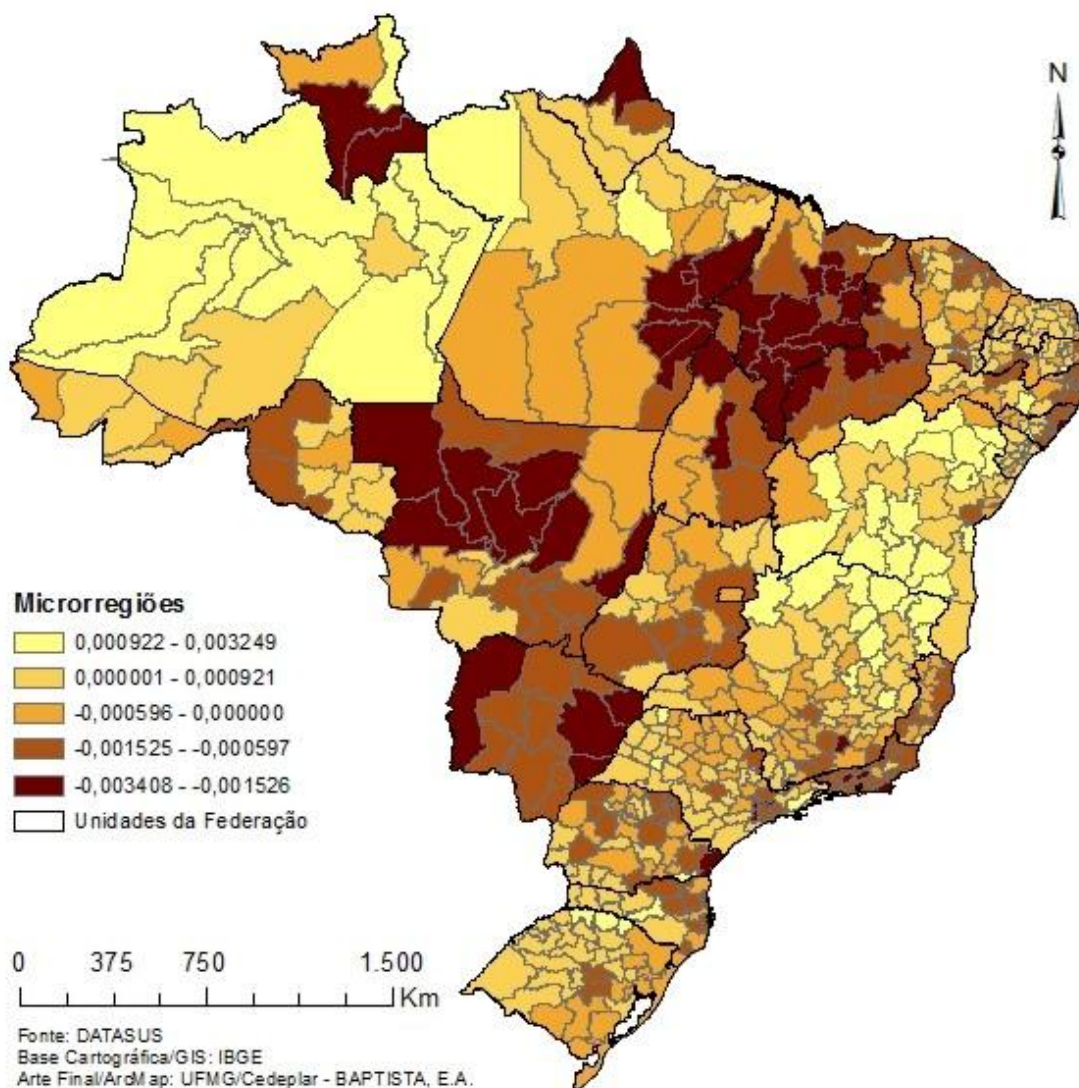


FIGURA 19 – Efeito do nível de mortalidade (efeito taxa), população adulta, homens – quinquênio 2006-2010



4.6 Autocorrelação Espacial

Os resultados apresentados anteriormente foram produzidos com intuito de gerar estimativas de óbitos por doenças cardiovasculares. Para tanto, foi necessário corrigir e determinar a qualidade dos registros de óbitos, bem como solucionar a questão das flutuações aleatórias e dos problemas derivados de pequenos números. Além disso, buscou-se atribuir à diferença encontrada nas taxas a mudanças na função mortalidade ou na estrutura etária. Paralelamente a essas questões, de cunho, digamos, mais demográfico, faz-se necessário cobrir a outra

vertente deste trabalho, ou seja, o aspecto espacial. Para tanto, e dentre as várias possibilidades que a literatura apresenta, optou-se pela autocorrelação espacial.

Para implementar essa metodologia também foi utilizado o software GeoDa 1.6.7. Esse, através das taxas brutas padronizadas (TBM^s) direta e indiretamente, gerou os indicadores *Lisa* (indicador local de associação espacial) que foram mapeados e são apresentados nas figuras 20, 21, 22 e 23 abaixo. No software definiu-se, ainda, uma estrutura de vizinhança entre as microrregiões denominada *Queen*. Esse critério correlaciona as microrregiões com seu vizinho independente de sua direção. Além disso, e a fim de se obter indicadores *Lisa* mais robustos, o número de permutações utilizado foi de 9.999, sendo rodado até os resultados se estabilizarem¹⁹.

Desta forma, nas próximas figuras (20, 21, 22 e 23) será possível observar os mapas *Lisa Cluster* e compreender melhor a correlação entre as mortes por doenças cardiovasculares em cada microrregião, assim explicitando os aglomerados com alta ou baixa mortalidade por doenças cardiovasculares encontrados no Brasil ao longo do período estudado.

As figuras 20 (homens) e 21 (mulheres) mostram os resultados da aplicação da metodologia proposta para às microrregiões brasileiras utilizando os dados das TBM^s diretamente, ou seja, quando se controla o efeito da estrutura etária. Já as figuras 22 (homens) e 23 (mulheres) trazem os resultados usando os dados das TBM^s indiretamente, isto é, quando se controla o efeito das taxas. Essas figuras corroboram e complementam as figuras 10 e 11 (TBM^s diretamente), 12 e 13 (TBM^s indiretamente), 16 e 17 (suavização), bem como as figuras 18 e 19 (decomposição) expostas e analisadas anteriormente.

No que tange as figuras 20 (homens) e 21 (mulheres), observa-se que os *clusters* espaciais (high-high e low-low), que são as autocorrelações espaciais locais positivas (ANSELIN, 2005), perdem representatividade, em termos de número de microrregiões, ao longo do período analisado. No primeiro quinquênio, 1996-2000, tanto para os homens como para as mulheres, os *clusters* espaciais high-high, ou

¹⁹ Para maiores detalhes retornar a seção metodológica ou ver Anselin (1995, 1996 e 2005).

seja, microrregiões com elevadas taxas de mortes por doenças cardiovasculares, com microrregiões vizinhas na mesma situação, de maneira geral, se concentravam em porções das microrregiões dos estados de Roraima, Rondônia (mulheres), Mato Grosso, Rio de Janeiro, Minas Gerais (mulheres), São Paulo, Paraná (mulheres) e Rio Grande do Sul. Esses *clusters* espaciais diminuíram no segundo quinquênio, 2001-2005, mas ainda assim se mantiveram em algumas porções dos estados de Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina (mulheres) e Rio Grande do Sul. Destaque, contudo, se faz ao estado do Rio de Janeiro, onde praticamente todas as microrregiões deixaram a condição de *cluster* espacial high-high do primeiro para o segundo quinquênio, o que corrobora as análises das figuras 10 e 11 apresentadas. Já no último quinquênio, 2006-2010, os *clusters* espaciais high-high são em número ainda menores e se encontram dispersos por alguns estados brasileiros. Destaque para algumas microrregiões localizadas no Mato Grosso (homens), Minas Gerais, Paraná e, em especial, nos estados de Pernambuco, Paraíba e Sergipe, ambos no que diz respeito às mulheres.

Os *clusters* espaciais low-low, isto é, microrregiões com baixas taxas de mortes por doenças cardiovasculares, com microrregiões vizinhas na mesma situação, se encontram, inicialmente, em porções das microrregiões dos estados do Maranhão, Piauí, Bahia, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e, com destaque, para todo território Sergipano. Esses *clusters* espaciais diminuíram significativamente no segundo quinquênio, 2001-2005, especialmente no caso das mulheres. Ainda assim, pode-se observar aglomerados em algumas microrregiões dos estados citados anteriormente, além de novos *clusters* low-low nos estados do Ceará, Minas Gerais e São Paulo (mulheres). Por fim, no quinquênio 2006-2010 os *clusters* espaciais low-low praticamente desaparecem das microrregiões da região Nordeste, exceção a poucas microrregiões dos estados da Bahia, Ceará (homens), Maranhão e Rio Grande do Norte (homens). Em contrapartida, surgem alguns aglomerados em microrregiões dos estados do Pará, Mato Grosso (homens), Goiás, Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul.

Ainda nas figuras 20 (homens) e 21 (mulheres), observa-se que os *outliers* espaciais (low-high e high-low), que são as autocorrelações espaciais locais negativas (ANSELIN, 2005), apresentam, de maneira geral, a mesma configuração espacial para homens e mulheres. Se se imagina uma faixa que corta o Brasil de norte a sul, passando pelos estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Piauí, Ceará, Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul, há uma predominância de *outliers* espaciais high-low. Nas faixas amazônica e litorânea, que abrange os demais estados, predomina *outliers* espaciais low-high. Vale ressaltar que “while outliers are single locations by definition, this is not the case for clusters” (ANSELIN, 2005).

As figuras 22 (homens) e 23 (mulheres), como já foi colocado, trazem os resultados usando os dados das TBM^s indiretamente, isto é, quando se controla o efeito das taxas. Observa-se que a distribuição dos *clusters* espaciais high-high nos dois primeiros quinquênios é muito similar dentro do mesmo gênero. Entretanto, no último quinquênio, se comparado aos dois anteriores, e em ambos os sexos, nota-se uma perda de representatividade em termos de número de microrregiões com autocorrelações espaciais locais positivas.

Nos quinquênios 1996-2000 e 2001-2005 os *clusters* espaciais high-high identificados no caso masculino se concentravam em porções das microrregiões dos estados do Maranhão, Tocantins, extremo norte de Minas Gerais, Rio Grande do Sul (uma única microrregião) e em uma faixa litorânea que vai, no sentido sul, do Rio Grande do Norte à Bahia, sendo que neste último estado adentra, com mais força, para o interior. Essas microrregiões são locais que, ao controlar o efeito das taxas, o efeito idade impacta de forma positiva para gerar os *clusters* espaciais high-high. No quinquênio 2006-2010 a concentração desses *clusters* se encontra em porções das microrregiões dos estados do Maranhão, Tocantins, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. No que diz respeito ao sexo feminino, a concentração de *clusters* espaciais high-high é muito menor. Apenas algumas microrregiões dos estados do Maranhão, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe e Bahia apresentam aglomerados espaciais desse tipo, isso para os dois primeiros quinquênios, pois para o último esses *clusters* se fazem ainda em menor número de microrregiões.

FIGURA 20 – *LISA cluster map* para mortes por doenças cardiovasculares na população adulta com dados da padronização direta, homens, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

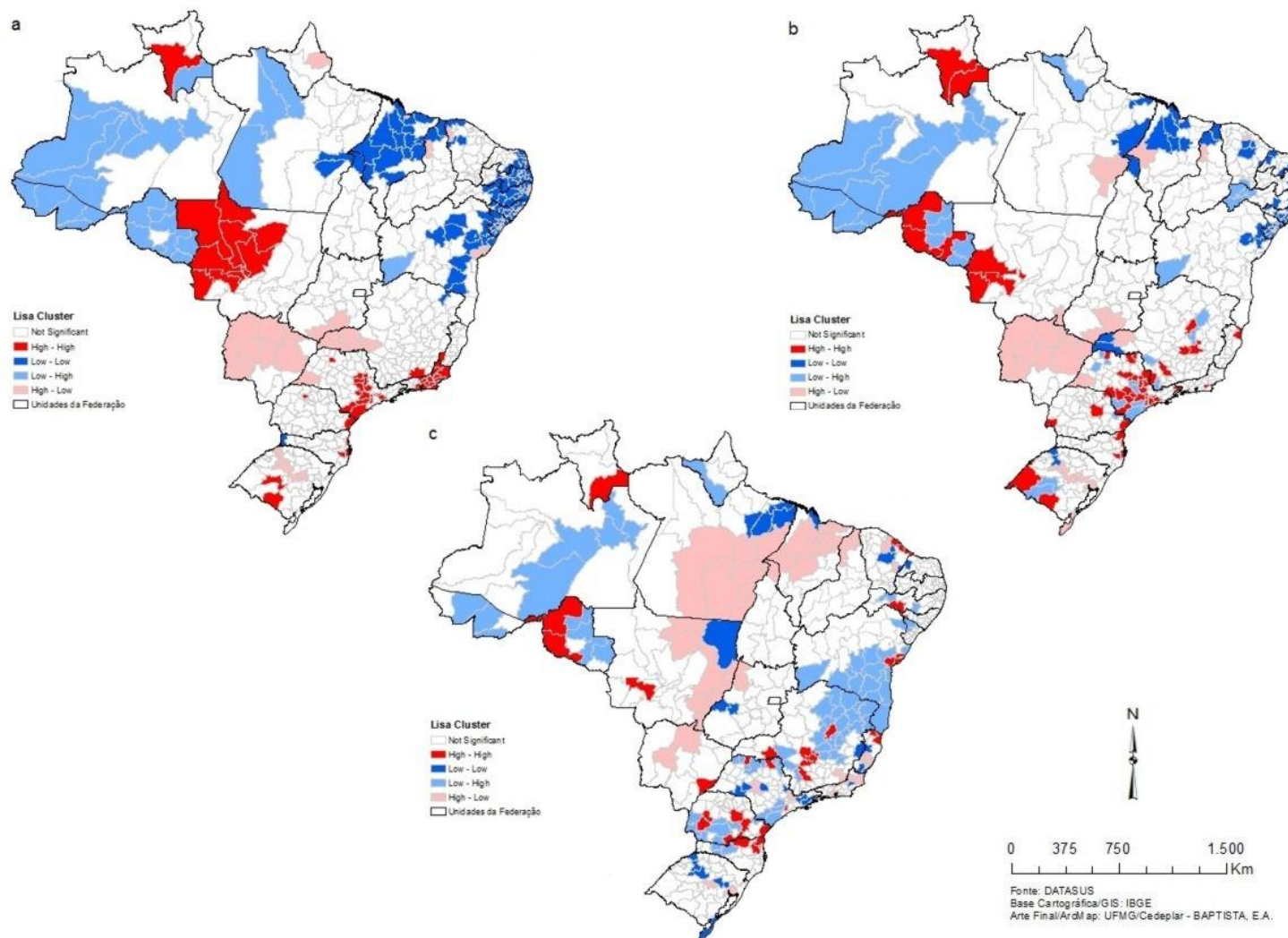
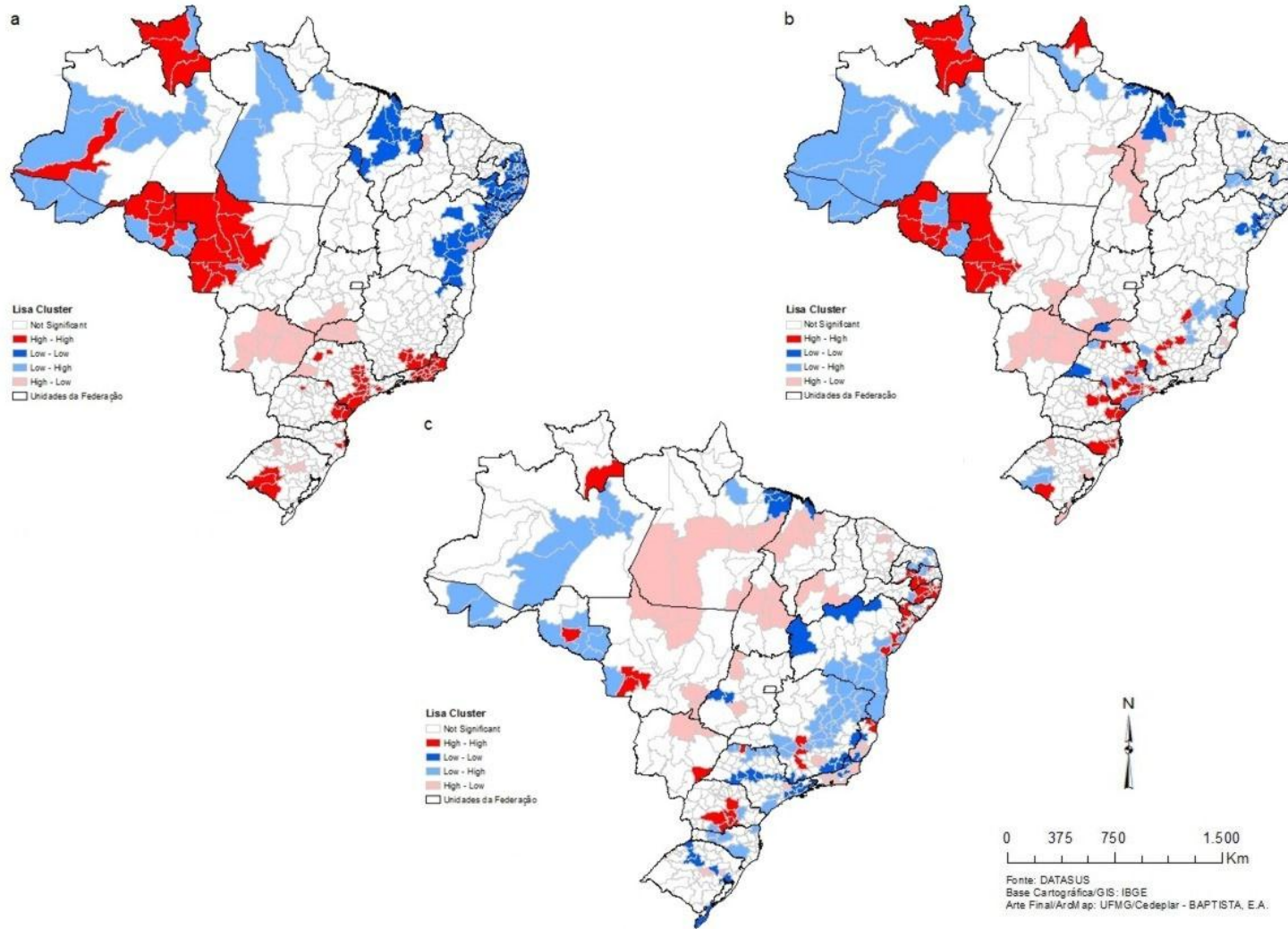


FIGURA 21 – *LISA cluster map* para mortes por doenças cardiovasculares na população adulta com dados da padronização direta, mulheres, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



Os *clusters* espaciais low–low, salvo algumas exceções, são muito similares nos dois primeiros quinquênios, seja dentro do mesmo sexo ou se comparado os gêneros. Os aglomerados do tipo low–low podem ser observados em porções das microrregiões dos estados do Acre (todo o estado), Rondônia (também em todo o estado, exceto para o sexo masculino), Amazonas, Amapá, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás (mulheres), Rio Grande do Norte (uma única microrregião para o sexo masculino), Pernambuco (também uma única microrregião, mas em ambos os sexos), Minas Gerais, Rio de Janeiro, em grande parte das microrregiões do estado de São Paulo (com destaque para o sexo masculino), Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Já no quinquênio 2006-2010 o número de microrregiões com *clusters* espaciais low–low diminui claramente. Neste quinquênio os aglomerados espaciais se encontram em algumas microrregiões dos estados do Amapá, Acre, Rondônia, Pará, Ceará (homens), Rio Grande do Norte (homens), Pernambuco, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, em boa parte das microrregiões do estado de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Essa configuração que se apresenta para as autocorrelações espaciais locais positivas (high–high e low–low) corroboram as análises e os resultados mostrados nas figuras 12 e 13.

Por fim, nas figuras 22 (homens) e 23 (mulheres) é possível observar ainda os *outliers* espaciais (low–high e high–low), que são as autocorrelações espaciais locais negativas (ANSELIN, 2005). De maneira geral, a mesma configuração espacial para homens e mulheres é encontrada. Enquanto os *outliers* espaciais low–high estão presentes em uma faixa da região centro-norte brasileira que abrange os estados do Pará, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso e Goiás, bem como na região amazônica (Amazonas e Roraima) e do litoral nordestino, os *outliers* espaciais high–low se concentram em bolsões no nordeste, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul.

Os mapas *Lisa Cluster* (indicador local de associação espacial), desta forma, auxiliaram e corroboraram na compreensão da correlação entre as mortes por doenças cardiovasculares em cada microrregião, explicitando os aglomerados com alta ou baixa mortalidade por doenças cardiovasculares encontrados no Brasil ao longo dos anos de 1996 e 2010.

FIGURA 22 – *LISA cluster map* para mortes por doenças cardiovasculares na população adulta com dados da padronização indireta, homens, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)

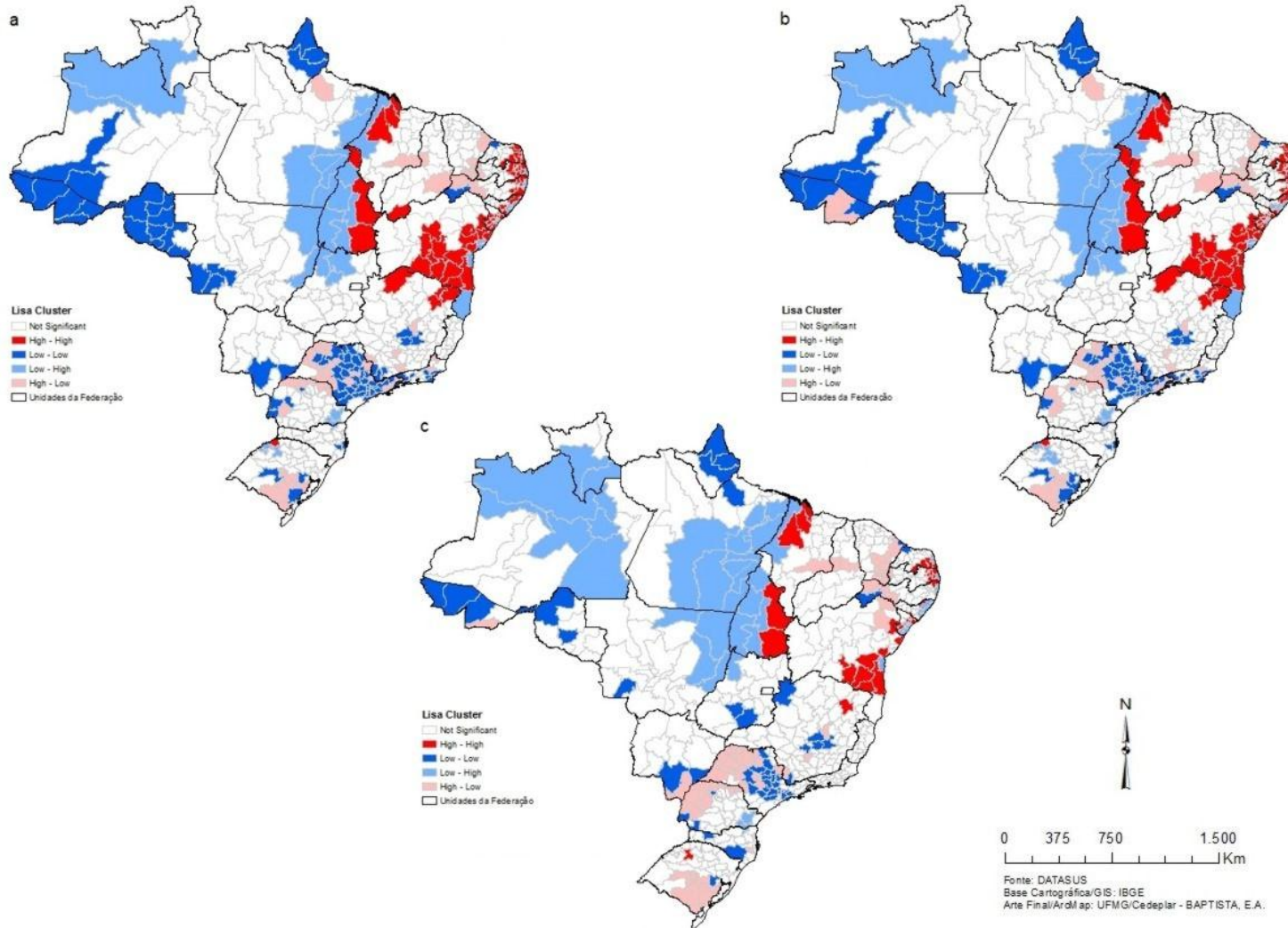
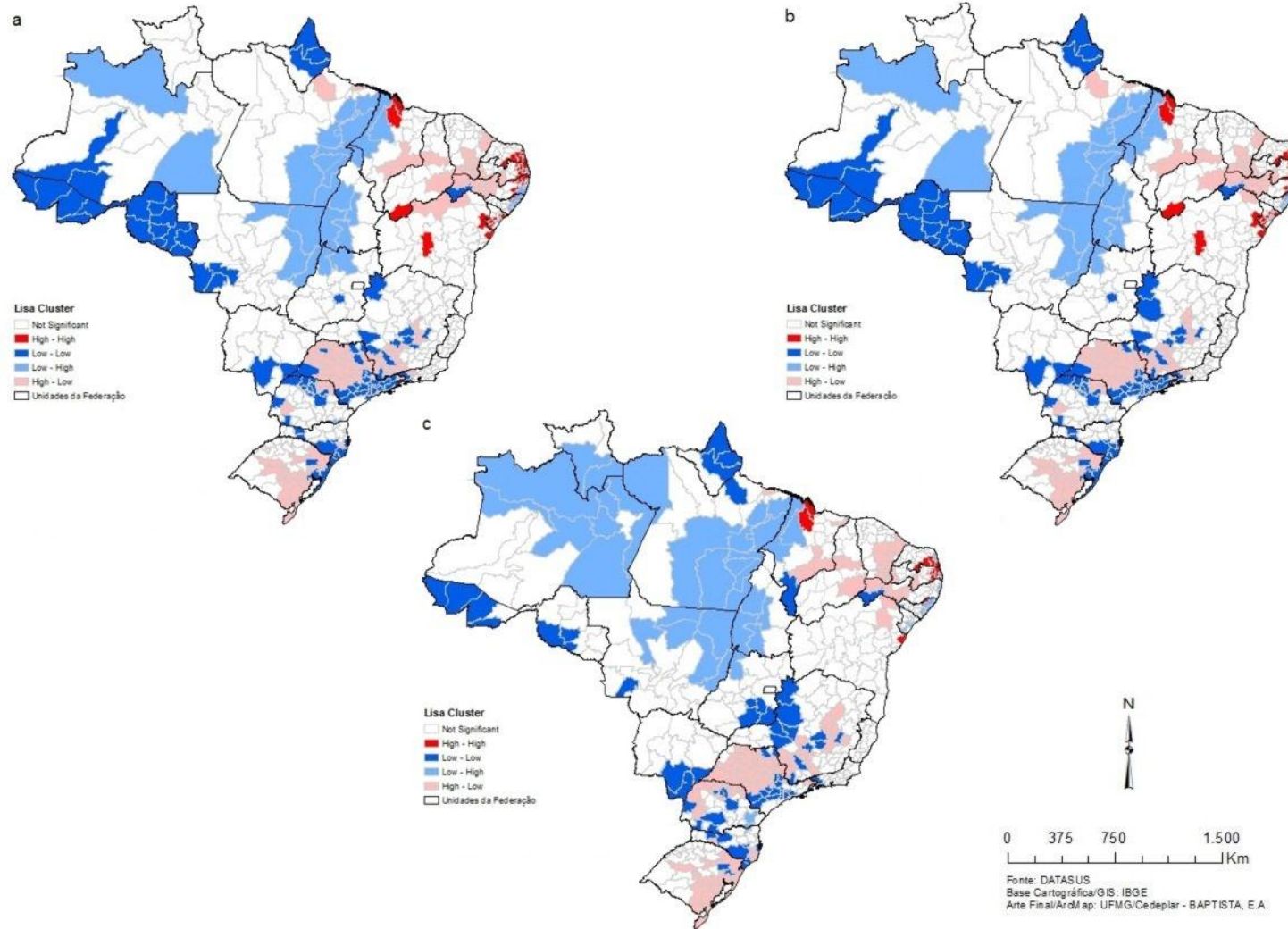


FIGURA 23 – *LISA cluster map* para mortes por doenças cardiovasculares na população adulta com dados da padronização indireta, mulheres, microrregiões, Brasil - quinquênios 1996-2000(a), 2001-2005(b) e 2006-2010(c)



5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos que relacionam Demografia, análise espacial e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) no Brasil, e mesmo no âmbito mundial, são ainda incipientes e só recentemente (nas últimas décadas) têm despertado a atenção de pesquisadores interessados em compreender os processos demográficos sob uma perspectiva, digamos, mais espacial (LANGFORD & UNWIN, 1994; MESSNER & ANSELIN, 2004; SAMPSON & MORENOFF, 2004; WEEKS, 2004; JERRETT, 2005; CASTRO, 2007; YANG, TENG & HARAN, 2009; JOURNAL OF SPATIAL DEMOGRAPHY, 2013).

Weeks (2004) afirma que a investigação demográfica “*is moving inexorably from its long-standing pattern of spatial awareness to an increased appreciation for the value and utility of spatial analysis*”. Ele enfatiza ainda o papel que a análise espacial pode desempenhar nas proposições que são centrais para a teoria demográfica. Portanto, ao tratar da relação Demografia (nesta tese, mais especificamente, da componente mortalidade) e espaço, este trabalho procura fornecer sua parcela de contribuição para o crescente avanço e interesse de pesquisas nessa temática.

O objetivo principal desta tese foi verificar e analisar as variações espaciais e temporais de mortes por doenças cardiovasculares na população adulta (acima de 30 anos), por sexo, nas microrregiões brasileiras, no período de 1996 a 2010. Para tanto, buscou-se produzir estimativas, analisar o comportamento, a dinâmica e a tendência da mortalidade por doenças cardiovasculares para o Brasil no nível de microrregiões geográficas utilizando as técnicas de padronização, suavização e decomposição. Por fim, o método de autocorrelação espacial contribuiu para avaliar os padrões espaciais das estimativas produzidas.

A mortalidade por doenças cardiovasculares são as principais causas de morte no Brasil e no mundo (ARAÚJO, 1992; PRATA, 1992; LOTUFO, 2000; LESSA, 2004; SOUZA, et al., 2006; BARRETO & CARMO, 2007; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011). O Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) aponta, em anos mais

recentes, que aproximadamente 30% das causas de morte no Brasil são devido às doenças cardiovasculares (Figura 2). Desse total, aproximadamente 98% acontecem após os 30 anos, segundo dados do SIM/DATASUS de 1996 a 2010. Na contramão desses valores (absolutos), que mostraram um crescimento ao longo do período estudado (Figura 1), a mortalidade por doenças cardiovasculares na população brasileira, segundo Curioni et al. (2009), citado por Sala (2011), mostrou uma consistente redução em suas taxas brutas no período de 1980 até o início do século XXI. Essa tendência também foi observada em cada uma das regiões brasileiras, mas apresentando diferentes taxas de redução. Entretanto, e como pode ser observado na figura 3, a partir do ano de 2001 a taxa bruta de mortalidade por doenças cardiovasculares mostra um comportamento crescente (exceção se faz, de maneira mais visível, ao ano de 2005, que precisa ser melhor investigado em trabalhos futuros para entender o porquê deste “pico” negativo em tendência de alta da taxa bruta). Este aumento da TBM cardiovascular entre os anos de 2001 e 2010 pode ser explicado, dentre outros aspectos, pelo processo de envelhecimento populacional que a população brasileira veem experimentando nas últimas décadas.

As informações trazidas anteriormente nos direcionam para alguns problemas levantados por este estudo, ou seja, da qualidade de registros de óbitos, em especial para estudos que envolvem pequenas áreas, e a questão das flutuações aleatórias e dos problemas derivados de pequenos números. Nesse sentido, é importante desenvolver novas formas de obter estimativas de grau de cobertura de registros vitais, livres dessas flutuações e problemas. Como estratégia inicial adotou-se o método de padronização, tanto direta como indireta.

Os resultados da padronização direta (Figuras 10 e 11), ou seja, quando padroniza-se a estrutura etária da população e deixa as funções de mortalidade por doenças cardiovasculares observadas de cada localidade (microrregião), sugerem que o nível de mortalidade cardiovascular ao longo do período analisado diminuiu de maneira mais acentuada e clara nas microrregiões das regiões Sudeste e Sul, notoriamente as regiões mais desenvolvidas do país. Esse ganho, no que diz respeito à queda das taxas de mortalidade cardiovasculares, pode ser explicado, em parte, pela melhoria educacional, no acesso aos serviços de saúde,

nas condições de saúde da população, nos diagnósticos prematuros quanto aos riscos cardiovasculares e na busca por uma melhor qualidade de vida. Em contrapartida, as microrregiões das regiões Nordeste e Norte, de forma geral, observaram seu nível de mortalidade aumentar no decorrer dos anos. A explicação para este aumento pode estar na contramão dos aspectos citados para as microrregiões situadas nas regiões Sudeste e Sul. As microrregiões da região Centro-Oeste, por fim, apresentaram um incremento de sua TBM^s do primeiro para o segundo quinquênio para, em seguida, observar uma queda entre os dois últimos quinquênios.

Já os resultados da padronização indireta (Figuras 12 e 13), isto é, quando o nível varia, mas a função, ou conjunto de taxas específicas, é a mesma, indicam que a estrutura de mortalidade cardiovascular apresenta um padrão espacial muito claro ao longo do período analisado. As microrregiões das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte, por exemplo, exibem um comportamento espacial estável ao longo dos anos estudados. Com relação às TBM^s das microrregiões da região Nordeste, essas mostram um decréscimo das mesmas com o passar dos anos. Por fim, às TBM^s das microrregiões da região Sul sofrem um decréscimo entre os dois primeiros quinquênios e voltam a aumentar entre os dois últimos, com exceção do estado de Santa Catarina, onde às TBM^s se mantêm espacialmente estáveis. A explicação para a configuração espacial descrita pode estar nas mudanças ocorridas na expectativa de vida, com ganhos reais para todo o país (Figura 4), porém, de maneira especial, para a região Nordeste.

Em resumo, a técnica de padronização nos permitiu comparar os diferenciais de níveis das taxas brutas de mortes por doenças cardiovasculares, uma vez que esta variável, como visto, possui uma relação estreita com a idade. Como apontam Carvalho, Sawyer e Rodrigues (1994), a padronização “permite controlar ou isolar o efeito de determinadas características que estejam afetando a comparação, através de medidas-síntese, dos níveis de uma variável entre populações diferentes”.

Cabe destacar que os resultados na forma de mapas temáticos exige extremo cuidado, especialmente nos casos de populações com valores reduzidos nas medidas de interesse. Paralelamente ao método de padronização, o processo de

suavização empregado neste estudo (suavização espacial da taxa empírica de Bayes) permitiu estimar o risco de morte por doenças cardiovasculares usando informações de unidades espaciais vizinhas. As figuras 16 e 17 possuem uma aparência muito mais suave e demonstram mais claramente os padrões espaciais do risco de mortalidade por doenças cardiovasculares se comparado aos resultados produzidos pelo método de padronização. Os bolsões de riscos semelhantes são nítidos e facilmente identificáveis. Além disso, as estimativas por microrregiões podem ser analisadas com mais segurança, pois são estimadas com maior estabilidade. Os valores discrepantes resultantes podem ser estudados sem o temor de que sejam resultado de flutuação aleatória causada por populações pequenas. Assunção et al. (1998) destacam ainda que análises específicas e localizadas incluindo estudos de tendências temporais em pequenas áreas, como é o caso desta tese, podem ser realizadas com mapas produzidos com esta metodologia. Conclui-se que o método Empírico de Bayes é intrinsecamente espacial e incorpora um componente que capta a variação suave de larga escala do risco nas microrregiões. O resultado é o decréscimo da influência de fatores aleatórios não relacionados com o risco subjacente e a produção de mapas mais confiáveis e fáceis de interpretar (ASSUNÇÃO et al., 1998). Os autores afirmam que é importante salientar que este método não afeta erros sistemáticos como aqueles causados por sub-registro e isto implica que a interpretação dos mapas requer um conhecimento sobre a qualidade dos dados e as áreas estudadas. Note, por exemplo, que o sub-registro de óbitos parece ser a explicação mais plausível para o bolsão de baixo risco estimado no mapa Bayesiano para a região Norte, bem como o estado da Bahia, a porção norte do estado de Minas Gerais e algumas regiões do Nordeste brasileiro nos dois primeiros quinquênios, mais claramente. O sub-registro de óbitos tende a ser maior exatamente nessas áreas menos desenvolvidas, compostas de microrregiões pouco populosas e predominantemente rurais.

Nesta tese um método que veio se somar à padronização e à suavização como complemento e alternativa para entender o processo de mortalidade cardiovascular nas microrregiões brasileiras é a decomposição. A técnica de padronização, tradicionalmente, tem sido aplicada quando as comparações de taxas entre grupos são confundidas por diferenças substanciais na composição

das mesmas. De acordo com Chevan e Sutherland (2009), a decomposição leva a padronização a um passo adiante, atribuindo à diferença encontrada nas taxas a componentes, isto é, a mudanças na estrutura etária (Figura 18) ou na função mortalidade (Figura 19). O propósito desta técnica para a tese foi encontrar a contribuição aditiva do efeito de fatores, tanto de composição quanto de taxa, para a diferença entre as taxas globais das populações em estudo. Ou seja, no caso deste trabalho, dada duas populações, no caso, o Brasil, país, e as microrregiões, a diferença entre as mortes por doenças cardiovasculares destas duas populações foi desagregada para mostrar quanto dessa diferença se deveu às mudanças na função mortalidade e na estrutura etária.

Por fim, e para cobrir a outra vertente deste trabalho, ou seja, o aspecto espacial, foi utilizada a técnica de autocorrelação espacial. Este método mostrou o quanto uma análise fundamentada na verificação da existência de autocorrelação espacial pode esclarecer sobre a distribuição relativa dos eventos observados no espaço. Desta forma, os resultados das figuras 20 e 21, quando são utilizados os dados das TBM^s diretamente, isto é, quando se controla o efeito da estrutura etária, sugerem que os *clusters* espaciais (high-high e low-low) perdem representatividade, em termos de número de microrregiões, ao longo do período analisado. Já os *outliers* espaciais (low-high e high-low) apresentam, de maneira geral, a mesma configuração espacial para homens e mulheres ao longo dos anos. No que tange os resultados das figuras 22 e 23, ou seja, quando se controla o efeito das taxas, esses indicam que a distribuição dos *clusters* espaciais (high-high e low-low) nos dois primeiros quinquênios é muito similar dentro do mesmo gênero. Entretanto, no último quinquênio, se comparado aos dois anteriores, e em ambos os sexos, nota-se uma perda de representatividade em termos de número de microrregiões com autocorrelações espaciais locais positivas. Em relação aos *outliers* espaciais (low-high e high-low), de maneira geral, a mesma configuração espacial para homens e mulheres é encontrada. Os mapas *Lisa Cluster* permitiram, assim, compreender melhor a correlação entre as mortes por doenças cardiovasculares em cada microrregião explicitando os aglomerados com alta ou baixa mortalidade por doenças cardiovasculares encontrados no Brasil ao longo do período estudado.

Em suma, os resultados gerais sugerem que, dada à correção do sub-registro, há uma diminuição nas taxas de mortes por doenças cardiovasculares com o passar dos anos. Esses veem corroborar a hipótese levantada de que existe uma variação significativa de mortes por doenças cardiovasculares no tempo, pelo próprio caráter de desenvolvimento do país, representado por suas disparidades regionais, sejam socioeconômicas ou epidemiológicas, pela melhoria no acesso e qualidade dos serviços de saúde nas últimas décadas e sem desconsiderar ainda o aumento da expectativa de vida do brasileiro. Os resultados gerais indicam também que a distribuição espacial, de maneira geral, apresenta alterações ao longo do período em estudo. Enquanto nos anos iniciais, primeiro quinquênio, as taxas mais altas de mortes por doenças cardiovasculares tendem a se concentrar nas microrregiões das regiões Sul e Sudeste do Brasil, nos anos finais as taxas mais elevadas se apresentam nas microrregiões das regiões Norte e Nordeste, com destaque para a última. A hipótese principal desta tese era de que as microrregiões localizadas nas regiões Sul e Sudeste, notoriamente as regiões socioeconomicamente mais desenvolvidas do país, estariam positivamente associadas àquelas que apresentam as maiores taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares. Ou seja, esta hipótese se confirmou para os anos iniciais, mas nos dois últimos quinquênios não foi ratificada.

A contribuição deste estudo foi discutir e analisar a mortalidade por doenças cardiovasculares em conjunto com a análise espacial sobre uma perspectiva demográfica e no nível mais desagregado. Para tanto, foram corrigidos os sub-registros de morte e produzidas estimativas de mortalidade cardiovasculares para pequenas áreas (microrregiões) mais próximas da realidade, o que, de certa forma, contribuiu para analisar o comportamento espacial do tipo de morte ora investigado ao longo do período em estudo. Acredita-se que uma lacuna importante dos estudos que envolvam análises demográficas, nesta tese, especificamente, a componente mortalidade, em conjunto com a análise espacial possa ter sido coberta, especialmente no caso brasileiro. Além disso, possibilitará que gestores públicos conheçam melhor a realidade de suas regiões e população e, logo, projetem políticas de saúde que visam melhorar à qualidade de vida das pessoas. Melhorar a saúde da população e reduzir as desigualdades na saúde deve ser prioridade e objetivo principal de políticas públicas voltadas à saúde.

Para tanto, uma análise contínua de mortes por doenças cardiovasculares em pequenas áreas é algo extremamente essencial. As contribuições deste trabalho, entretanto, pretendem ir além, uma vez que pode ser uma importante fonte de motivação para agendas futuras e uma referência para se tratar causas de morte específicas utilizando correção se sub-registro, concomitantemente à análise espacial.

Agenda de pesquisa futura

De forma sucinta apontam-se algumas sugestões que devem pautar estudos futuros: 1) replicar os métodos e as técnicas empregadas nesta tese para as demais causas de morte, separadamente. Esta tarefa pode corroborar e validar as estimativas de mortalidade cardiovascular produzidas para as microrregiões e, desta forma, favorecer que uma gama de trabalhos futuros sobre a variação, a tendência e o diferencial de mortalidade no Brasil por causas específicas seja produzido; 2) avaliar outras metodologias e técnicas, demográficas ou não, para estimar causas de morte específicas; 3) determinar os fatores de risco (fatores associados) a mortalidade por doenças cardiovasculares. Um desafio que se apresenta com relação a isso diz respeito a dados sobre estes fatores, tais como: hipertensão arterial sistêmica (HAS), o consumo de álcool, o diabetes mellitus (DM), o tabagismo, o sedentarismo, o estresse, a obesidade, as dislipidemias (LDL-colesterol elevado e HDL-colesterol diminuídos), dentre outros. 4) uma análise mais detalhada de toda a estrutura de mortalidade cardiovascular, em especial na mortalidade até os 30 anos, podem fornecer melhores informações sobre as estimativas de mortalidade adulta obtidas; 5) uma importante fonte de informações sobre mortalidade são os dados de óbitos nos últimos 12 meses e que se encontram no censo demográfico de 2010. Se se assumir que os diferenciais na declaração dos domicílios devem ser muito pequenos, existe uma gama de possibilidades de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, C.S. Estudo sobre a mortalidade adulta, para Brasil entre 1980 e 2000 e Unidades da Federação em 2000: uma aplicação dos métodos de distribuição de mortes. 2009. Tese (Doutorado em Demografia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. **Geographical Analysis** v.27, p. 91-115, 1995.

ANSELIN, L. The Moran scatterplot as ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: FISHER, M.; SCHOLTEN, H.J.; UNWIN, D. (ed). **Spatial Analytical Perspectives on GIS**. London, Taylor & Francis, 1996.

ANSELIN, L. Exploring spatial data with GeoDa: A workbook. Revised version March 6, 2005. *Center for Spatially Integrated Social Science*. University of Illinois, Urbana-Champaign. Available in: <http://www.csiss.org>, 2005.

ARAÚJO, J.D. Polarização Epidemiológica no Brasil. **Informe Epidemiológico do SUS**, 1992; 1(2): 5-16.

ARAÚJO, J.D. Polarização epidemiológica no Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 4, p. 533-538, 2012.

ARSLAN, O.; ÇEPNI, M. S.; ETILER, N. Spatial analysis of perinatal mortality rates with geographic information systems in Kocaeli, Turkey. *Public health*, 2013.

ASARIA, P.; FORTUNATO, L.; FECHT, D.; TZOULAKI, I.; ABELLAN, J.J.; HAMBLY, P.; ... & ELLIOTT, P. Trends and inequalities in cardiovascular disease mortality across 7932 English electoral wards, 1982–2006: Bayesian spatial analysis. **International journal of epidemiology**, 41(6), 1737-1749, 2012.

ASSUNÇÃO, R.M.; POTTER, J.E.; CAVENAGHI, S. Estimação de curvas de fecundidade para pequenas áreas com modelos bayesianos espaciais. **ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS**, v. 11, 1998.

ASSUNÇÃO, R.M.; BARRETO, S.M.; GUERRA, H.L.; SAKURAI, E. Mapas de taxas epidemiológicas: uma abordagem Bayesiana. *Cad. Saúde Pública*, 14(4), 713-723, 1998.

ASSUNÇÃO, R.M.; SCHMERTMANN, C.P.; POTTER, J.E.; CAVENAGHI, S.M. Empirical Bayes Estimation of Demographic Schedules for Small Areas. **Demography**, Vol. 42, No. 3, (Aug., 2005), pp. 537-558.

ASSUNÇÃO, R.M. **Estatística espacial com aplicações em epidemiologia, economia, sociologia**. São Carlos: Associação Brasileira de Estatística, 2001. Disponível em: <http://www.est.ufmg.br/leste/publicacoes.htm#Renato>. Acesso em: 05 nov. 2013.

BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. **Interactive spatial data analysis**. Essex: Longman, 1995.

BARBOSA, L.M.; FREIRE, F.H.M.A. O SINASC como fonte de informação sobre fecundidade no Rio Grande do Norte, 2000. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS**, 14, 2004, Caxambu. Anais... 2004. p. 1-14.

BARRETO, M.L.; CARMO, E.H. Padrões de adoecimento e de morte da população brasileira: os renovados desafios para o Sistema Único de Saúde. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 12, sup., p. 1779-1790, 2007.

BARROS, R.P. de, MENDONÇA, R. **Os determinantes da desigualdade no Brasil**. A Economia Brasileira em Perspectiva - 1996, Rio de Janeiro: IPEA, v. 2, p. 421-474, 1996.

BARUFI, A.M.; HADDAD, E.; PAEZ, A. Infant mortality in Brazil, 1980-2000: A spatial panel data analysis. **BMC public health**, v. 12, n. 1, p. 181, 2012.

BENNETT, N.G.; HORIUCHI, S. Estimating the completeness of death registration in a closed population. *Population Studies*; 47(2):207-21, 1981.

BERNADINELLI, L.; MONTOMOLI, C. Empirical Bayes Versus Fully Bayesian Analysis of Geographical Variation in Disease Risk. **Statistics in Medicine**, 1992, 11:983-1007.

BEZERRA FILHO, J.G.; KERR, L.R.; MINÁ, D.L.; BARRETO, M.L. Distribuição espacial da taxa de mortalidade infantil e principais determinantes no Ceará, Brasil, no período 2000-2002. *Cad Saúde Pública*. 2007; 23:1773-85.

BOING, A.F.; ROSSI, T.F. Tendência temporal e distribuição espacial da mortalidade por câncer de pulmão no Brasil entre 1979 e 2004: magnitude, padrões regionais e diferenças entre sexos. **J Bras Pneumol**, v. 33, n. 5, p. 544-51, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. A vigilância, o controle e a prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis: DCNT no contexto do Sistema Único de Saúde brasileiro / Brasil. Ministério da Saúde – Brasília : Organização Pan-Americana da Saúde, 2005. 80. : il.

CAMARGO, E.C.G.; DRUCK, S.; CÂMARA, G. Análise espacial de superfícies. In: DRUCK, Suzana *et al.* **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004.

CARVALHO, J.A.M.; SAWYER, D.O.; RODRIGUES, R.N. **Introdução a alguns conceitos básicos e medidas em demografia**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 64 p.

CASTRO, M.C. Spatial demography: An opportunity to improve policy making at diverse decision levels. **Population research and policy review**, v. 26, n. 5-6, p. 477-509, 2007.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.; DRUCK, S.; CARVALHO, M.S. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, Suzana *et al.* **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004.

CESSE, E.A.P. et al. Tendência da mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Brasil: 1950 a 2000. **cities**, v. 93, n. 5, p. 454-460, 2009.

CHEVAN, A.; SUTHERLAND, M. Revisiting Das Gupta: Refinement and extension of standardization and decomposition. *Demography*, 46, 429–449, 2009.

DA MOTTA, C.P.G.; FÍGOLI, M.G.B.; WONG, L.L. Impacto de diferentes estruturas etárias na cobertura previdenciária – um estudo aplicado. In: FÍGOLI, M.G.B.; QUEIROZ, B.L. **Estudos sobre previdência social no Brasil: diagnóstico e propostas de reforma**. Belo Horizonte: ABEP: UNFPA, 2008.

DAS GUPTA, P. A General Method of Decomposing a Difference Between Two Rates into Several Components. *Demography*, n. 15, v.1 (1978), p. 99-109. In: UNITED NATIONS POPULATION FUND. *Readings in Population Research Methodology*. Illinois: v. 1, Basic Tools, 1993.

DAS GUPTA, P. Standardization and Decomposition of Rates: a User's Manual. Washington: *Current Population Reports*, Series P23-186, U.S. Bureau of Census, U.S. Government Printing Office, 1993.

DE AZEVEDO BARROS, M.B. et al. Desigualdades sociais na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD-2003. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 11, n. 4, p. 911-926, 2006.

DOS SANTOS, M. J.; KASSOUF, A. L. Estudos econômicos das causas da criminalidade no Brasil: evidências e controvérsias. **Revista Economia**, Brasília, v. 9, n. 2, 2008.

DAVIS, K. The World Demographic Transition. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 237: 1-11, 1945.

DESA, U.N. **World Population Prospects: The 2010 Revision, Highlights and Advance Tables**. Working Paper No ES/P/WP. 220. New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2011.

DIAS, T.L.; OLIVEIRA, M.P.G.; CÂMARA, G.; CARVALHO, M.S. Problemas de escala e a relação área-indivíduo em análise espacial de dados censitários. **Informática Pública**, 2002. p. 89-104.

DINIZ, C.C. (2001). A questão regional e as políticas governamentais no Brasil. **Texto para discussão**, n.159, 2001.

DRUCK, S.; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. Análise espacial de dados geográficos. Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004. 209 p.

DUARTE, E.C. et al. Epidemiologia das desigualdades em saúde no Brasil: um estudo exploratório. 2002.

FELGUEIRAS, C.A.; DRUCK, S.; MONTEIRO, A.M.V. **Análise espacial de superfícies: o enfoque da geoestatística por indicação.** In: In: DRUCK, Suzana *et al.* **Análise espacial de dados geográficos.** Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2004.

FRANÇA, E.; ABREU, D.; RAO, C.; LOPEZ, A. Evaluation of cause of death statistics for Brazil, 2002-2004. **International Journal of Epidemiology**, 37(4) 891-901, 2008.

FREIRE, F.H.M.A.; SOUZA, F.H.; QUEIROZ, B. L.; LIMA, E.E.C.; GONZAGA, M.R. Tabelas de sobrevivência para os municípios brasileiros em 2010: análise espacial do padrão e nível de mortalidade. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS: População, Governança e Bem-Estar**, 24 a 28 de novembro de 2014/São Pedro, SP: ABEP, 2014.19, 2014, São Pedro, São Paulo. Anais... 2014.

FRENK, J., FREJKA, T., BOBADILLA, J.L., STERN, C., LOZANO, R., SEPÚLVEDA, J., et al. La transición epidemiológica en América Latina. **Boletín de la Oficina Sanitaria Pan-americana**, 1991; 111(6):485-496.

GODOY, M.F., et al. Mortalidade por doenças cardiovasculares e níveis socioeconômicos na população de São José do Rio Preto, Estado de São Paulo, Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia** 88.2 (2007): 200-206.

GONÇALVES, A.C.; COSTA, M.C.M.; BRAGA, J.U. Análise da distribuição espacial da mortalidade neonatal e fatores associados em Salvador, Bahia, Brasil 2000-2006. **Cad Saúde Pública**. 2011. 27(8):1581-92

HILL, K. Estimating census and death registration completeness. **Asian and Pacific Census Forum**, 1(3): 8-13,23-24, 1987.

HILL, K.; YOU, D.; CHOI, Y. Death Distribution Methods for Estimating Adult Mortality: sensitivity analysis with simulated data errors. **Demographic Research**, vol. 21 (9), pps 235-254 , 2009.

HORIUCHI, S. Epidemiological transitions in human history. In: UNITED NATIONS. **Health and mortality: issues of global concern.** Proceedings of the symposium on health and mortality, Cap. 2:54-71, Brussels, 19-22 November. New York: United Nations, 1999.

INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION. Data Visualizations, 2015. Disponível em: <http://www.healthdata.org/results/data-visualizations>. Acesso em: 05 mar. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Projeções da População: Brasil e Unidades da Federação. **Série Relatórios Metodológicos**, v. 40, 2013.

ISHITANI, L.H. et al. Desigualdade social e mortalidade precoce por doenças cardiovasculares no Brasil. **Rev Saúde Pública**, v. 40, n. 4, p. 684-91, 2006.

JERRETT, M. et al. Spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles. **Epidemiology**, v. 16, n. 6, p. 727-736, 2005.

JOURNAL OF SPATIAL DEMOGRAPHY, 2013. Disponível em: <http://spatialdemography.org/>. Acesso em: 03 mar. 2014.

JUSTINO, J.R.; FREIRE, F.H.M.A.; LUCIO, P.S. Estimação de sub-registros de óbitos em pequenas áreas com os métodos bayesiano empírico e algoritmo EM; Estimation of death underreporting at small areas using empiric Bayesian and EM algorithm methods;/Estimación de sub-registros de fallecimientos en pequeñas áreas con los métodos bayesiano empírico y algoritmo EM. **Rev. bras. estud. popul.**, v. 29, n. 1, p. 87-100, 2012.

KITAGAWA, E.M. Components of a difference between two rates. **Journal of the American Statistical Association**, v. 50, n. 272, 1955.

LANGFORD, M.; UNWIN, D.J. Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system. **Cartographic Journal**, 31:21-25, 1994.

LANSKA, D.J. Geographic distribution of stroke mortality in the United States: 1939-1941 to 1979-1981. **Neurology** 1993;43;1839.

LEE, R. The Demographic Transition: Three Centuries of Fundamental Change. **The Journal of Economic Perspectives**, vol. 17, n. 4, p. 167-190, 2003.

LESSA, I. Doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: um desafio para a complexa tarefa de vigilância. **Ciênc Saúde Coletiva**;4(9):931-43, 2004.

LIMA, E.E.C.; QUEIROZ, B.L.; SAWYER, D. Método de estimação de grau de cobertura em pequenas áreas: uma aplicação nas microrregiões mineiras. **Cadernos Saúde Coletiva (UFRJ)**, v. 22, p. 409-418, 2014.

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

LOPEZ, A.D., et al. Measuring the global burden of disease and risk factors, 1990–2001. **Global burden of disease and risk factors**, v. 1, p. 1-14, 2006.

LOTUFO, P. A. Mortalidade pela doença cerebrovascular no Brasil. [Stroke: mortality rates in Brazil]. **Rev Bras Hiperten**. 2000;7(4):387-391.

LUNA, E.J.A. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. **Rev Bras Epidemiol** 2002; 5:229-43.

LUY, M.A. Classification of the Nature of Mortality Data Underlying the Estimates for the 2004 and 2006 United Nations' World Population Prospects. **Comparative Population Studies**, 2010, 35(2): 315-334.

MANSUR, A.P.; SOUZA, M.F.; TIMERMAN, A.; RAMIRES, J.A. Trends of the risk of death due to circulatory, cerebrovascular and ischemic heart disease in 11 Brazilian capitals from 1980 to 1998 **Arq Bras Cardiol**, 2002; 79: 269-84

MARIA, E.M. **Análise da distribuição espacial da condição de cárie dentária dos usuários dos serviços odontológicos do sistema municipal de saúde de Belo Horizonte, Minas Gerais, no ano 2000**. 2007. 202f. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARSHALL, R. Mapping disease and mortality rates using empirical Bayes estimators. **Applied Statistics** v.40, 1991.

MATHERS, C.D.; MA FAT, D.; INOUE, M.; RAO, C.; LOPEZ, A.D. Counting the dead and what they died from: an assessment of the global status of cause of death data. **Bulletin of the World Health Organization**, 83(3) 171-179, 2005.

MELO, E. C. P.; CARVALHO, M. S.; TRAVASSOS, C. Distribuição espacial da mortalidade por infarto agudo do miocárdio no Município do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 6, pp. 1225-1236, 2006.

MELLO JORGE, M.H.P.; GOTLIEB, S.L.D.; LAURENTI, R. **A saúde no Brasil: análise do período 1996 a 1999**. Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.

MESSNER, S.F.; ANSELIN, L. Spatial analyses of homicide with areal data. **Spatially integrated social science**, p. 127-144, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205> [acessado em 22 Março 2014].

MONTEIRO, Carlos Augusto. A dimensão da pobreza, da fome e da desnutrição no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 9, n. 24, p. 195-207, 1995.

MUKAI, A.O. **Análise espacial da mortalidade perinatal no Vale do Paraíba – São Paulo – Brasil (2004-2008)**. 2012, 105 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MULLER, N.C.S. **Mortalidade por câncer de mama e de colo do útero: análise temporal e espacial, município de São Paulo, 1996 a 2006**. 2009, 100 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MURRAY, C.J.L; LOPEZ, A.D. Estimating causes of death: new methods and global and regional applications for 1990, pp. 117-200. In C.J.L Murray & A.D Lopez (ed). *The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. Harvard School of Public Health, Harvard, 1996.

NOTESTEIN, F.W. Population – the long view. In: SCHULTZ, T.W. (ed.). *Food for the world*, Chicago, University of Chicago Press, 1945.

NOWBAR, A.N.; HOWARD, J.P.; FINEGOLD, J.A.; ASARIA, P.; FRANCIS, D.P. Global geographic analysis of mortality from ischaemic heart disease by country, age and income: Statistics from World Health Organisation and United Nations. *International journal of cardiology*, 174(2), 293-298, 2014.

OMRAN, A.R. The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change. *Milbank Mem Fund*, 1971; Q 49(4): 509-38.

OMRAN, A.R.. The epidemiologic transition theory. A preliminary update. *J Trop Ped*, 1983; 29: 306-16.

PAES, N.A. Qualidade das estatísticas de óbitos por causas desconhecidas dos Estados brasileiros. *Rev. Saúde Pública*, v. 41, n. 3, p. 436-45, 2007.

POLLARD, A.H. Random Mortality Fluctuations and the Binomial Hypothesis, *Journal of the Institute of Actuaries (JIA)*, 96 (1970) 251-264.

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

PRESTON, S.; HEUVELINE, P.; GUILLOT, M. **Demography: Measuring and Modeling Population Processes**. Oxford: Blackwell, 2001.

QUEIROZ, B. L.; LIMA, E. E. C.. The road towards better vital registration systems: under-registration of death counts and ill-defined causes of death in Brazil. In: **The Lancet Global Health Metrics and Evaluation Conference Controversies, Innovation, Accountability**, 2011, Seattle.

RIGOTTI, J.I.R.; VASCONCELLOS, I.R.P. Uma análise espacial exploratória dos fluxos populacionais brasileiros nos períodos de 1986-1991 e 1995-2000. Belo Horizonte, 2005.

ROCHA, S. Desigualdade regional e pobreza no Brasil: a evolução-1981/95. Rio de Janeiro, IPEA, texto para discussão n.567, 1998.

SALA, A. As doenças do aparelho circulatório no estado de São Paulo. *BEPA. Boletim Epidemiológico Paulista (Online)* 8.88 (2011): 29-36.

SAMPSON, R.J.; MORENOFF, J.D. Spatial (dis) advantage and homicide in Chicago neighborhoods. **Spatially integrated social science**, p. 145-170, 2004.

SANTOS, S.M.; BARCELLOS, C.; CARVALHO, M.S.; FLÔRES, R. Detecção de aglomerados espaciais de óbitos por causas violentas em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 1996. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 5, p. 1141-1151, 2001.

SANTOS, S. M.; NORONHA, C. P. Padrões espaciais de mortalidade e diferenciais socioeconômicos na cidade do Rio de Janeiro. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 17, n. 5, p. 1099-1110, 2001.

SCHRAMM, J.M.A.; OLIVEIRA, A.F.; LEITE, I.C.; VALENTE, J.G.; GADELHA, A.M.J.; PORTELA, M.C., et al. Transição epidemiológica e o estudo da carga de doenças no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2004; 9 (4): 897-908.

SILVA, S.L.C.D.; FACHEL, J.M.G.; KATO, S.K.; BASSANESI, S.L. Visualização dos padrões de variação da taxa de mortalidade infantil no Rio Grande do Sul, Brasil: comparação entre as abordagens Bayesiana Empírica e Totalmente Bayesiana. *Cad Saúde Pública*, 27, 1423-32, 2011.

SKINNER, J.; FISHER, E.S. Reflections on geographic variations in U.S. health care. The Dartmouth Institute, 2010.

SOUZA, M.F.M. et al. Epidemiologia das doenças do aparelho circulatório no Brasil: uma análise da tendência da mortalidade. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, v. 16, n. 1, p. 48-62, 2006.

SOUZA, M.F.M. de et al. Análise de séries temporais da mortalidade por doenças isquêmicas do coração e cerebrovasculares, nas cinco regiões do Brasil, no período de 1981 a 2001. **Arq Bras Cardiol**, v. 87, n. 6, p. 735-40, 2006.

STOREYGARD, A.; BALK, D.; LEVY, M.; DEANE, G. The global distribution of infant mortality: a subnational spatial view. Population Association of America Annual Meeting, 2007.

TEIXEIRA, T.R.A. et al. Social geography of AIDS in Brazil: identifying patterns of regional inequalities. **Cadernos de saúde publica**, v. 30, n. 2, p. 259-271, 2014.

THOMPSON, W.S. Population. *American Journal of Sociology*, n.34, p.959-975, 1929.

TIMAEUS, I. M. Measurement of adult mortality in less developed countries: A comparative review. *Population Index*, v.57, n.4, p.552-568, 1991.

VOSS, P.R. Demography as a spatial social science. **Population Research and Policy Review**, v.26, n.5–6, 2007.

WALLER, L.A.; GOTWAY, C.A. **Applied spatial statistics for public health data**. New Jersey: Wiley, 2004.

WASHINGTON STATE CENTER FOR HEALTH STATISTICS. Birth, death, and fetal death data are also available as raw data files on the Center's CD-ROM "Vital Registration System Annual Statistical Files, Washington State.", 2001, CD-ROM, call (360) 236-4327.

WEEKS, J.R. The role of spatial analysis in demographic research. In: M.F. Goodchild & D.G. Janelle (Eds.), **Spatially integrated social science** (pp.381–399). New York: Oxford University Press, 2004.

WELCH, H.G.; SHARP, S.M.; GOTTLIEB, D.J.; SKINNER, J.; WENNBERG, J.E. Geographic variation in diagnosis frequency and risk of death among medicare beneficiaries. **American Medical Association**, v. 305, n. 11, 2011.

WILMOTH, J.R.; BOE, C.; BARBIERI, M. Geographic differences in life expectancy at age 50 in the United States compared with other high-income countries. In: **National Research Council. (2010). *International Differences in Mortality at Older Ages: Dimensions and Sources*. E.M. Crimmins, S.H. Preston, and B. Cohen, Eds. Panel on Understanding Divergent Trends in Longevity in High-Income Countries. Committee on Population, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.**

WOODS, R. Spatial demography. In J.I. Clarke (Ed.), **Geography and population: Approaches and applications** (p. 43–50). New York: Pergamon Press, 1984.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *II Global Forum on Non-communicable Diseases Prevention and Control*, convened in Shanghai, China, 2002.WHO, Geneva.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *III Global Forum on Non-communicable Diseases Prevention and Control*. Rio de Janeiro, Brazil, 2003, 7-14 nov.

YANG, T-C.; TENG, H-W.; HARAN, M. The impacts of social capital on infant mortality in the US: A spatial investigation. **Applied Spatial Analysis and Policy**, v. 2, n. 3, p. 211-227, 2009.