

PAULO HENRIQUE CIRINO ARAÚJO

**ENSAIOS ECONÔMICOS SOBRE ONDAS DE CALOR E SEUS
IMPACTOS SOBRE A SAÚDE NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

Viçosa
Minas Gerais - Brasil
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

A663e
2017

Araújo, Paulo Henrique Cirino, 1987-

Ensaio econômico sobre ondas de calor e seus impactos sobre a saúde no Brasil / Paulo Henrique Cirino Araújo. – Viçosa, MG, 2017.

xiii, 247f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: José Gustavo Féres.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Calor - Efeito fisiológico. 2. Homem - Efeito do clima. 3. Saúde. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Economia Rural. Programa de Pós-graduação em Economia Aplicada. II. Título.

CDD 22 ed. 571.467

PAULO HENRIQUE CIRINO ARAÚJO

**ENSAIOS ECONÔMICOS SOBRE ONDAS DE CALOR E SEUS
IMPACTOS SOBRE A SAÚDE NO BRASIL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2017.

Marcelo José Braga

Leonardo Chaves Borges Cardoso

Flávio Barbosa Justino

Thiago Fonseca Morello Ramalho Silva

José Gustavo Féres
(Orientador)

À minha Tia Cici e aos meus
avós Agenor e Conceição
(*in memoriam*)

“No fim da avenida, existe uma chance, uma sorte, uma nova saída. São coisas da vida... A gente se olha e não sabe se vai ou se fica...” Rita Lee

AGRADECIMENTOS

Eu deveria começar tecendo agradecimentos àqueles que de algum modo investiram nos meus estudos, certamente a minha avó Conceição e minha tia Cici, mas começarei meus agradecimentos ao Prof. Marcelo José Braga. Muitas vezes, eu não soube escolher o caminho certo e tomei atitudes que eu reverteria, mas o Prof. Marcelo, mesmo com muitos questionamentos, confiou que eu alcançaria o resultado final. Gostaria de agradecê-lo por essa confiança e por todas as oportunidades concedidas, eu não as esquecerei.

Gostaria de agradecer ao meu orientador, o Prof. José Gustavo Féres. Além de todos os ensinamentos e sugestões, agradeço-lhe pelos conselhos, e, especialmente, por todas as oportunidades oferecidas. Agradeço-lhe também pela disponibilidade, e, por mais uma vez, me oferecer um tema de pesquisa tão relevante. Afinal, graças a essa pesquisa, eu adiquiri muitas habilidades e conhecimentos que, certamente, contribuirão muito para minha atuação profissional. Ainda, a parte o caminho que trilhei, gostaria de externar minha sincera admiração pelas suas atitudes tão justas e responsáveis.

À Prof. Marília Maciel e ao Prof. João Eustáquio, eu gostaria de agradecê-los pelos incentivos, pela atenção e pelos conselhos tão carinhosos. Certamente, gostaria de levar comigo seus ensinamentos. A Helena, a Cassiana e ao Otto, gostaria de agradecer a amizade durante toda a minha permanência neste departamento.

Agradeço também a professora Paula Pereda e ao professor Rudi Rocha pelos relevantes aconselhamentos durante a qualificação e durante a execução deste trabalho, e, muito além, pela generosidade e disponibilidade, quando necessitei.

Externo também agradecimentos aos professores membros da banca examinadora, que, durante a defesa da tese, dedicaram muita atenção e cuidado, tecendo sugestões e contribuições indispensáveis para o resultado científico dessa pesquisa. Portanto, manifesto muita gratidão aos professores Marcelo José Braga, Thiago Morello e Leonardo Cardoso.

Para a conclusão dos meus estudos de graduação, mestrado e doutorado, todo o financiamento concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) foi indispensável. Portanto, agradeço ao CNPq pelas bolsas de Iniciação Científica, de Mestrado e Doutorado, bem como, adicionalmente, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da UFV todo o financiamento complementar.

Adicionalmente, gostaria de agradecer a Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE) e ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) pelo apoio ao projeto de pesquisa financiado pelo CNPq sobre Clima e Saúde Humana, cujo o objetivo geral desta tese é um dos desdobramentos dessa ampla pesquisa.

Apesar das dificuldades desses quatro anos, eu não poderia deixar de agradecer a preocupação e a atenção dos meus muitos amigos. Em especial, gostaria de agradecer aos companheiros de doutorado, Lorena, Priscila, Lucas Castro, Felipe, Felipe Clemente, Mateus Neves, Matheus Miranda, Micheliana, Carlos Otávio, Douglas, Juliana Salles e Fernanda. Além deles, muito carinho e energia foram dispendidos por amigos de muitos anos e seus familiares, agradeço a Samla, Xênia, Rachel, Paula, Suellem, Sarah, Rúbia, Ana Flávia e Bruno. Muitas vezes, em dias de muita tristeza, vocês foram minha família.

Nesse período, muitas pessoas foram marcantes com apoios gratuitos e momentos de alegria. Agradeço, em destaque, Ana Barnece, Josi, Ana Lanna, Brenda e Luciano, que, mesmo indiretamente, com pequenas atitudes, serviram de luz para eu enxergar aquilo que eu não conseguia ver.

Em meio de alegrias e tristezas, algumas pessoas muito especiais não ficaram, e, infelizmente, não poderão partilhar desse momento. Agradeço-lhes o aprendizado do quanto é possível amar, mesmo distante. Que nos rumos de suas vidas, tão diferentes do meu, fique externado algum tipo de agradecimento.

Eu não poderia esquecer daqueles que me elevaram a autoestima e que muitas vezes me acolheram. Minhas amigas, Zenaide e Lora, eu não consigo encontrar algo específico para agradecê-las, por isso, de forma bem abrangente, agradeço-lhes pelo

senso de humanidade e por serem pessoas de profunda bondade.

Ainda, externo meus agradecimentos aos ex-professores e colegas da PUC-Minas, afinal, muito mais que oportunidades, eles sempre me ofereceram amizade. Em especial, agradeço aos professores Ário Maro, Ana Maria Botelho, Luciane Raposo, Paulo Sérgio Martins e Tânia Maria Ferreira. Agradeço também a todos da Pró-Reitoria de Extensão pelas experiências e ensinamentos. Além deles, expressei um agradecimento especial a Maria Letícia e ao Chico, ex-orientadores e amigos, que jamais duvidaram que eu concluiria essa etapa, e, em muitas situações, foram tão agradáveis e atenciosos. Gostaria também de agradecer a todos os meus alunos pelas gentilezas, pelas palavras tão generosas, e, por inúmeras vezes, terem sido a razão do meu esforço.

Em destaque, agradeço ao meu amigo Heron, que, durante toda a minha formação acadêmica, sempre contribuiu muito. Todo o seu conhecimento partilhado e sua atenção dispendida foram fundamentais para a conclusão de cada etapa.

Gostaria de agradecer a minha família. Rezo sempre em forma de agradecimento aos meus avós, Conceição e Agenor, e a minha querida tia Cici, pessoas que jamais poderei devolver todo o bem que me concederam. Ao meu pai, muito obrigado por me ouvir, mesmo quando já não compreendia metade do que eu gostaria de explicar. Obrigado por entender minhas tristezas e angústias, e, todos os dias, nesta reta final, torná-las menores. Ao meu irmão, Pedro, muito mais do que atenção e carinho, gostaria de agradecer-lo por confiar em mim, por dividir comigo seu lazer, seu quarto e toda a sua paz.

Finalmente, a parte quaisquer protocolos, agradeço a Deus por ter se manifestado em mim, em forma de coragem e esforço.

BIOGRAFIA

PAULO HENRIQUE CIRINO ARAÚJO, filho de Wanderli José da Silva e Roseli Jorcelina de Araújo, nasceu no dia 27 de outubro de 1987, em Bom Despacho - Minas Gerais.

Em agosto de 2006 iniciou a graduação em Economia na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), sendo graduado em julho de 2010.

Em agosto de 2010 ingressou no curso de Mestrado em Economia Aplicada, no Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (UFV), concluindo os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Magister Scientiae* em agosto de 2012.

Em novembro do mesmo ano, continuou os estudos de pós-graduação em Economia, em nível de Doutorado, pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da UFV, concluindo os requisitos indispensáveis para obtenção do título de *Doctor Scientiae* em fevereiro de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
1.1 <i>Organização dos capítulos</i>	8
2 Ondas de Calor nos Municípios Brasileiros: identificação e caracterização.	10
2.1 Introdução	10
2.2 Ondas de Calor: definições e conceitos meteorológicos.	14
2.3 Excesso e Estresse de Calor: definição e identificação de ondas de calor	18
2.4 Métodos e Dados	20
2.4.1 Indicadores de Ondas de Calor	20
2.4.2 Dados e Fonte dos Dados	21
2.5 Resultados	24
2.6 Conclusão	32
2.7 APÊNDICE A	38
2.8 APÊNDICE B	40
3 Efeitos das Ondas de Calor sobre a Saúde Humana no Brasil	53
3.1 Introdução	53
3.2 Metodologia	58
3.2.1 Modelo Teórico	59
3.2.2 Modelo Econométrico para os efeitos das ondas de calor sobre a saúde humana.	63
3.2.3 Abordagem Econométrica: modelos com variável dependente li- mitada	65
3.2.4 Dados e Fonte dos Dados	69
3.2.5 Variáveis	71
3.3 Resultados	75
3.3.1 Estatísticas Descritivas	75
3.3.2 Impacto das ondas de calor sobre a mortalidade	82
3.3.3 Valoração do risco climático das ondas de calor para a Saúde Humana	85
3.4 Conclusão	97
3.5 APÊNDICE C	104

3.6	APÊNDICE D	105
3.7	APÊNDICE E	110
3.8	APÊNDICE F	112
3.9	APÊNDICE G	119
3.10	APÊNDICE H	145
3.11	APÊNDICE I	146
4	O Impacto das Ondas de Calor sobre a Saúde Infantil no Brasil	148
4.1	Introdução	148
4.2	Saúde Infantil no Brasil	152
4.3	Metodologia	155
4.3.1	Modelo Básico	155
4.3.2	Procedimentos Econométricos: modelos para dados contados . .	159
4.3.3	Estimação dos modelos de Poisson e Binomial Negativo em painel	160
4.3.4	Teste de Sobredispersão em Painel	164
4.3.5	Fonte dos Dados e Variáveis	164
4.4	Resultados	169
4.4.1	Estatísticas Descritivas	169
4.4.2	Resultados da Estimação	176
4.4.3	Valoração	181
4.4.4	Simulação	185
4.5	Políticas Públicas	187
4.6	Conclusão	191
4.7	APÊNDICE J	201
4.8	APÊNDICE K	204
4.9	APÊNDICE L	213
4.10	APÊNDICE M	237
5	CONCLUSÃO GERAL	241
	REFERÊNCIAS	245

1 RESUMO

ARAÚJO, Paulo Henrique Cirino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Ensaio Econômico sobre Ondas de Calor e seus Impactos sobre a Saúde no Brasil.** Orientador: José Gustavo Féres.

Ondas de calor são eventos de tempo excessivamente quente, nos quais os registros de temperatura média de um município são elevadas e extremas por dias consecutivos. Dentre as suas principais consequências, destacam-se os seus efeitos sobre a saúde humana, em especial sobre as taxas de morbidade e mortalidade. Nesse contexto, o objetivo central desta tese é avaliar os efeitos desses extremos consecutivos de temperatura sobre a saúde humana no Brasil. Os objetivos específicos desta tese foram seccionados em três capítulos, conforme três temáticas diferentes. Primeiramente, buscou-se definir esses eventos de ondas de calor e identificá-los nos municípios brasileiros, durante o período de 1998 a 2015. A metodologia utilizada baseou em indicadores de calor excessivo e limiares de calor extremo. Dessa forma, identificou-se a incidência desses eventos e realizou-se suas caracterizações em termos de suas durações, frequências e amplitudes. Os resultados revelaram que os municípios brasileiros enfrentam esses eventos de forma heterogênea. Em específico, os municípios da região Centro-oeste, do estado do Rio de Janeiro e do Tocantins foram aqueles com maior número de notificações de ondas de calor. Exatamente nesses municípios, esses eventos foram mais frequentes, duradouros e mais severos. Aproximadamente um quarto das ondas de calor notificadas no Brasil podem ser classificadas como severas. Em média, em um município brasileiro é registrado 1 evento de onda de calor com duração média de cerca de 5 dias. A segunda abordagem desta tese procurou relacionar esses eventos de ondas de calor com o bem-estar relacionado a saúde. A metodologia foi segregada em três etapas: uma primeira seção que analisou os efeitos das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade de doenças infecciosas e parasitárias, do aparelho circulatório e respiratório, por meio de modelos de regressão com variáveis dependentes censuradas ou truncadas; uma segunda seção que buscava estimar o Valor Estatístico da Vida (VSL) como estratégia

de valoração dos efeitos das ondas de calor, em termos de vida humana; e, uma última seção que apresentava os custos governamentais ou sociais para contornar as consequências para a saúde humana desses fenômenos. Os resultados revelam que a mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias é a mais afetada por eventos de ondas de calor, principalmente em crianças e idosos. Os custos médios para contornar os efeitos das ondas de calor sobre a mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias e do aparelho circulatório são 50 reais e 2,24 centavos por habitante, respectivamente. Ao contrário desses resultados, as doenças respiratórias são influenciadas negativamente pelas ondas de calor, deixando de se gastar cerca de 7 reais por habitante para contornar seus efeitos. A última análise realizada por essa tese foi sobre a saúde infantil no Brasil. A finalidade deste capítulo foi avaliar os efeitos das ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por 12 tipos de doenças. Utilizou-se como metodologia modelos de contagem para dados em painel. Os resultados foram gerados para todas as capitais estaduais brasileiras. Dentre eles, as principais causas de hospitalizações por crianças durante ocorrências de ondas de calor são por desidratação, desnutrição e doenças diarreicas. Além disso, ondas de calor tendem a reduzir o número de internações infantis por doenças respiratórias. Fatores intervenientes como número de médicos, gastos hospitalares, idade dos pais, renda familiar e saneamento básico foram significativos para explicar as taxas de internações hospitalares infantis. A saúde infantil foi mais afetada por ondas de calor em Goiânia, São Paulo, Palmas e Rio de Janeiro. No caso de doenças diarreicas, os efeitos das ondas de calor são particularmente maiores em crianças recém-nascidas e com idade entre 1 e 4 anos. Os principais resultados deste trabalho revelam que a saúde é comprometida por ondas de calor, bem como é significativo o efeito de alguns fatores intervenientes, tais como saneamento, renda familiar e a escolaridade dos pais. Os efeitos são especialmente maiores nas capitais situadas na região Centro-oeste. Em muitas circunstâncias, mediante um aumento na duração desses eventos, os efeitos são tão perniciosos quanto um aumento na intensidade da onda de calor mais severa. Dentre os grupos demográficos mais vulneráveis estão as crianças, os idosos e os residentes de municípios extremamente pobres.

1 ABSTRACT

ARAÚJO, Paulo Henrique Cirino, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2017. **Economic Essays on Heatwaves and their Impacts on Health in Brazil.** Advisor: José Gustavo Féres.

Heat waves are extreme weather events in which the average temperature of a municipality is excessively high for consecutive days. The main consequences of these events have a direct impact on human health, causing variations in morbidity and mortality rates. The general objective of this thesis is to evaluate the effects of these excessively hot days on human health in Brazil. Specifically, direct effects of heat waves are evaluated on total mortality levels and on the number of hospital admissions for children. Firstly, these events were defined and identified in Brazilian municipalities from 1998 to 2015. Indicators of excessive heat and extreme heat thresholds were used as methodology. In this way, the incidence of these events was identified and their characterizations were performed in terms of their durations, frequencies and amplitudes. The results revealed that the Brazilian municipalities face these events in a heterogeneous way. In particular, the municipalities in the Midwest, Rio de Janeiro and Tocantins states were those with the highest number of heat wave reports. Exactly in these municipalities, these events were more frequent, longer lasting and more severe. Approximately a quarter of the heat waves reported in Brazil can be classified as severe. On average, in a Brazilian municipality, 1 heat wave event with an average duration of about 4 days is recorded. The second approach of this thesis sought to relate these heatwaves events with the well-being related to health. The methodology was segregated into three stages: a first section that examined the effects of heat waves on mortality rates of infectious and parasitic diseases of the circulatory and respiratory system, through regression models with censored or truncated dependent variables; a second section that sought to estimate the statistical of value of life (VSL) and evaluation strategy of the effects of heat waves, in terms of human life; and a final section that had the government or social cost to evade the consequences to human

health of these phenomena. The results reveal that the mortality from infectious and parasitic diseases are the most affected by heatwaves of events, specially in children and the elderly. The average cost to circumvent the effects of heat waves on mortality from infectious and parasitic diseases and the circulatory system are 35 reais and 40 cents per capita, respectively. In contrast to these results, respiratory diseases are negatively impacted by heat waves, leaving to spend about 3,5 reais per inhabitant to circumvent its effects. The last analysis carried out by this thesis was on the health of children in Brazil. The purpose of this chapter was to evaluate the effects of heat waves on hospital admissions for 12 types of diseases. The methodology used was counting models for panel data. The results were generated for all Brazilian state capitals. Among them, the main causes of hospitalizations by children during occurrences of heat waves are due to dehydration, malnutrition and diarrheal diseases. In addition, heat waves tend to reduce the number of infant hospitalizations due to respiratory diseases. Intervening factors such as number of doctors, hospital expenses, parental age, family income and basic sanitation were significant to explain the rates of hospital admissions for children. Child health was more affected by heat waves in Goiânia, São Paulo, Palmas and Rio de Janeiro. In the case of diarrheal diseases, the effects of heat waves are particularly greater in newborn infants and aged between 1 and 4 years. The main results of this study reveal that health is compromised by heat waves, as well as the effect of some intervening factors, such as sanitation, family income and parental schooling, is significant. The effects are especially greater in the capitals of the Midwest. In many circumstances, by increasing the duration of these events, the effects are as pernicious as an increase in the intensity of the more severe heat wave. Among the most vulnerable demographic groups are children, the elderly and residents of extremely poor municipalities.

1 INTRODUÇÃO GERAL

Ondas de calor são fenômenos climáticos extremos, assim como furacões, inundações, geadas, ondas de frio e outros fenômenos climáticos que acontecem em períodos inter-anuais (Marengo et al., 2009). Esses eventos são tipicamente definidos como um período de tempo excessivamente quente, e, muito além de estarem relacionados ao desconforto da população com relação as elevadas temperaturas e suas variabilidades abruptas, eles comprometem a saúde humana (Pezza et. al., 2012; Deschênes e Greenstone, 2011).

Nessa perspectiva, define-se que em um município ou numa localidade incida uma onda de calor quando a sua temperatura média diária exceder um histórico das suas mais elevadas temperaturas observadas, por um período mínimo de três dias consecutivos. Essa definição é adequada ao principal problema desta tese, analisar os efeitos das ondas de calor sobre a saúde humana, afinal ela leva em consideração que uma onda de calor vai muito além de um dia atípico de elevadas temperaturas, mas fenômenos persistentes por dias consecutivos.

Esses eventos são notificados em diversos países da Europa, Ásia e Oceania. No verão de 2003, durante uma onda de calor com duração de 15 dias foram registrados em torno de 70 mil mortos, em Portugal, Itália, Alemanha e, especialmente, na França (Marto, 2005; Fouliett et al., 2008). Alguns autores alegam que, nesses países, é comum a incidência desses períodos excessivamente quentes, mas, nos últimos anos, eles tem se tornado mais frequentes, duradouros e intensos (Hajatt et al, 2005). Nos Estados Unidos, de acordo com o Centro para Controle de Doenças e Prevenção (CDC), somente nos anos que compreendem o período de 1979 a 1999, 8.000 óbitos foram atribuídos a ondas de calor. Outro evento recente foi observado na Austrália em 2009, segundo o Conselho Climático da Austrália (CCA, 2014) foram dias consecutivos com temperaturas superiores a $45^{\circ}C$ em diversas cidades. As consequências foram 374 mortes e mais de 2.500 registros de internações hospitalares.

De acordo com informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2015),

em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, as ondas de calor são eventos típicos do verão. Historicamente, a mais rigorosa onda de calor notificada no Brasil foi em 1984, no Rio de Janeiro. Durante esse evento, as temperaturas observadas superaram 40°C por dias consecutivos. Outro evento atípico foi identificado no Rio Grande do Sul, em 2003, episódio no qual as temperaturas superaram 39°C por uma semana. Apesar dessas evidências da ocorrência desses fenômenos no Brasil, não foram encontrados resultados empíricos da influência desses episódios sobre a economia, tampouco sobre a saúde.

Segundo Confalonieri e Menne (2007), o clima afeta a saúde humana via três mecanismos distintos. O primeiro, aquele investigado nesta tese, refere-se aos impactos diretos de episódios de extremos climáticos sobre a fisiologia humana. O segundo trata das alterações no meio ambiente capazes de promover mudanças nos determinantes de saúde, exemplo seriam os efeitos do clima sobre a produção agrícola e, conseqüentemente, sobre a segurança alimentar. O último mecanismo recai sobre os efeitos do clima sobre os processos sociais, tais como os fluxos migratórios e suas conseqüências sobre a infraestrutura urbana. De acordo com Souza et al. (2013), os fatores climáticos afetam a fisiologia humana por meio dos sistemas de regulação da temperatura corporal.

Quando organismos humanos são expostos a altas temperaturas há um aumento da frequência cardíaca, de forma que o fluxo sanguíneo do corpo para a pele aumenta, conduzindo a sintomas termoregulatórios como suor e tremor. Em dias de ondas de calor, a necessidade de regulação da temperatura corporal aumenta, impondo uma tensão adicional sobre os sistemas cardiovasculares e respiratórios, ocorrendo, assim, aumentos nos níveis de viscosidade e colesterol do sangue. Exatamente por isso, excessos de mortalidade e hospitalizações podem estar relacionados com episódios de calor extremo, principalmente pelas doenças dos sistemas mencionados¹. Sobre a vulnerabilidade humana a esses eventos, crianças são organismos particularmente em desenvolvimento,

¹Além das doenças respiratórias e do aparelho circulatório, em dias de calor excessivo, organismos humanos tornam-se mais sensíveis, apresentando sistemas imunológicos mais vulneráveis. Portanto, como um exemplo, sintomas de desidratação e alta pressão arterial somados a outros sintomas de doenças infecciosas tornam os indivíduos mais susceptíveis a hospitalizações e cuidados médicos.

enquanto idosos apresentam sistemas termorreguladores comprometidos. Por esses motivos, de acordo com as evidências da literatura revisada, tanto crianças quanto idosos são considerados grupos de vulnerabilidade sensíveis a temperaturas excessivamente elevadas.

A literatura que relaciona os efeitos do clima sobre a saúde humana, em geral, analisam se excessos de mortalidade estão associados às variações de temperatura. Os primeiros estudos econômicos que relacionavam aspectos climáticos e a saúde humana concluíram que os níveis gerais de mortalidade estavam associados a opressivas massas de ar, aumentos na variabilidade das temperaturas mínimas diárias no verão, aumentos nas temperatura máximas diárias e episódios de calor extremo [Kalkstein and Greene, 1997; Chestnut et al., 1998]. Essas primeiras evidências foram encontradas para o sudeste dos Estados Unidos, por meio de regressões em painel, no período de 1964 a 1990.

Com o mesmo propósito, Piver et al. (1999) e Ye et al. (2001) estudaram uma possível relação da temperatura máxima diária com o número de emergências hospitalares no Japão. De acordo com os autores, que utilizaram modelos de regressão em painel dinâmicos controlados por níveis de poluição, as temperaturas máximas diárias não estavam associadas com o número de emergências notificadas pelos hospitais.

Ainda, sem nenhuma definição sobre uma métrica de identificação de eventos de ondas de calor e ondas de frio, o excesso de mortalidade também foi relacionado a altos e baixos níveis de temperaturas [Braga et al., 2001; Curriero et al., 2002; Schartz et al., 2004]. Os autores verificaram efeitos significativos de episódios de calor e frio sobre o excesso de mortalidade, em 12 cidades do leste dos Estados Unidos. Inclusive, os autores constataram que o efeito do frio sobre a mortalidade é persistente, enquanto o calor exercia um efeito antecipação ("*harvesting effect*").²

²A relação entre clima e saúde humana é resguardada de uma dinâmica complexa, de tal modo que os efeitos extrapolam o longo prazo, e muitos deles são de curto prazo. Um exemplo seria os efeitos de um dia excessivamente quente capaz de elevar imediatamente as taxas de mortalidade, entretanto, nos dias posteriores, observa-se uma diminuição dessas taxas, numa magnitude capaz de compensar a elevação anterior. Esse fato é explicado por que altas temperaturas afetam principalmente aqueles indivíduos com estado de saúde mais precário, que de qualquer forma teriam morrido dias, semanas ou meses depois (Souza et al., 2013). Esse efeito é conhecido como deslocamento ou antecipação das

Um dos primeiros estudos encontrados na literatura econômica sobre efeitos do clima na mortalidade para o Brasil, foi o elaborado por Gouveia et al. (2003). Por meio de modelos de regressão para dados contados (Poisson), os autores analisaram dados de temperatura média diária e níveis de mortalidade da cidade de São Paulo, no período de 1991-1994. O principal resultado revela que temperaturas cada vez mais quentes ou frias estão associadas com excessos nos níveis gerais de mortalidade, sem distinção por status sócioeconômico. Hajjat et al. (2005) também constatou que temperaturas médias superiores a $20^{\circ}C$ estão associadas com excessos de mortalidade na cidade de São Paulo, entretanto, em termos comparativos, esse efeito é significativamente superior em Delhi e inferior em Londres.

Especificamente sobre ondas de calor, o primeiro estudo que incorporou indicadores para esses eventos nos modelos de regressão, com mortalidade como variável dependente, foi o de Hajjat et al. (2006). Esses indicadores de ondas de calor eram construídos a partir da temperatura média diária e um limiar de tolerância ³. Os resultados encontrados por esses autores revelaram que aumentos marginais na sequência de dias quentes promovem aumentos significativos nos níveis de mortalidade de 5,5%, 8,7% e 12,5% para Londres, Budapeste e Milão, respectivamente.

Foulliet et al. (2008) também estudaram os efeitos específicos da onda de calor de 2006, incidente na França, sobre os níveis excedentes de mortalidade. Os autores incorporaram nos modelos de regressão interações de temperaturas máximas e mínimas diárias, bem como um indicador de temperatura máxima acumulada. Os autores concluíram que a mortalidade observada na onda de calor de 2006 foi 32% inferior àquela estimada no período de 1975-2003. Provavelmente, conforme o discutido pelos autores, essa redução na mortalidade é consequência de medidas de adaptação e prevenção adotadas após a onda de calor de 2003.

taxas de mortalidade, frente a oscilações de calor no curto prazo. Esse termo expressa um excesso de mortalidade observada durante uma onda de calor, ou, especificamente, a morte precoce de pessoas que teriam morrido em qualquer circunstância, dentro de alguns dias, semanas ou meses (Toulemon e Barbieri, 2008).

³Esses indicadores de ondas de calor expressavam uma sequência de dias quentes, cujos níveis de temperatura extrapolaram o limiar de tolerância consecutivamente.

Exatamente por essas questões de adaptação, os trabalhos de Deschenes e Moretti (2009) e Deschenes e Greenstone (2011) consideram possíveis adaptações dos efeitos do clima sobre o bem-estar relacionado à saúde humana. Os autores consideram condicionantes como mobilidade geográfica, demanda por aparelhos de ar-condicionado ou consumo residencial de energia. Embora seus resultados apontem para aumentos nos níveis de mortalidade relacionados ao calor, principalmente para temperaturas médias superiores a $32^{\circ}C$ e inferiores a $11^{\circ}C$, o fluxo migratório de Nordeste para Sudeste tem contribuído para aumentos na longevidade nos Estados Unidos. Outro resultado importante foi que os níveis de temperatura exercem efeitos proporcionais sobre o consumo residencial de energia comparado aqueles sobre a mortalidade. Referente a aumentos na demanda por aparelhos de ar-condicionado, evidências revelam que cerca de 90% dos efeitos de extremos de calor sobre a mortalidade são diminuídos (Barreca, 2012). Tanto Deschenes e Greenstone (2011) quanto Barreca et al. (2013) não incluíram indicadores de onda de calor.

A relação entre variações nos níveis de temperatura e morbi-mortalidade também tem sido bastante discutida no Brasil. Os trabalhos revisados procuraram analisar perfis demográficos de vulnerabilidade, a partir de atributos como gênero e idade, bem como taxas de morbidade e mortalidade por doenças. A maioria desses estudos recaem sobre os efeitos das mudanças climáticas sobre a mortalidade e o número de notificações de diversas doenças nos municípios brasileiros. De acordo com Souza et al. (2013), aumentos nos níveis médios de temperatura entre 24 e $27^{\circ}C$ promovem aumentos significativos nos níveis de mortalidade por doenças infecciosas e do aparelho circulatório, principalmente para mulheres e crianças. Mendes (2013) estudou especificamente as notificações de leishmaniose e dengue, e verificou que os níveis de precipitação são mais relevantes que os níveis de temperatura, embora as duas variáveis tenham exercido efeitos significativos. Segundo o mesmo autor, localidades mais quentes e chuvosas são aquelas mais afetadas por notificações de dengue e leishmaniose, mas sem muitas especificações sobre grupos de vulnerabilidade. Esse resultado específico sobre a dengue foi ratificado no estudo de Pereda et al. (2013), o qual verificou que aumentos nos

níveis médios de precipitação do verão estão associados as notificações de dengue no período de 2001 a 2010.

Dentre os resultados mais recentes, Barreca et al. (2016) estudou a relação entre níveis de temperatura e mortalidade nos Estados Unidos, durante todo o século passado. De acordo com os autores, os efeitos de temperaturas extremas (acima de $32^{\circ}C$) sobre a mortalidade tem diminuído ao longo das décadas, proporcionalmente ao aumento do efeito das temperaturas extremas sobre a demanda por aparelhos de ar-condicionado. Por meio de um modelo contínuo-discreto de Durbin e McFadden, os autores estimam que o aumento no consumo americano por aparelhos de ar-condicionado tenha sido de até 185 bilhões de dólares.

A partir dessa discussão, torna-se perceptível que não há uma padronização de métodos ou resultados a serem perseguidos na literatura. Isto é, os estudos investigaram a relação entre temperatura e morbi-mortalidade de diferentes maneiras, alguns utilizando possibilidades de adaptação, outros especificando grupos de vulnerabilidade e até mesmo estratégias de valoração dos impactos. No que tange os resultados brasileiros, pouco é conhecido sobre os efeitos de temperaturas extremas sobre as taxas de morbidade e mortalidade, e, particularmente sobre ondas de calor, nenhum resultado tem sido encontrado. A principal dificuldade é a falta de metodologias, inclusive meteorológicas, voltadas para a definição desses fenômenos, o que dificulta a comparação de resultados entre países e até mesmo localidades de um mesmo país.

Nesta oportunidade, os objetivos desta tese foram os seguintes:

- I - Identificar a incidência das ondas de calor em todos os municípios brasileiros e caracterizá-los em termos de frequência, duração e intensidade;
- II - Avaliar a relação entre ondas de calor e as taxas de mortalidade por doenças do aparelho circulatório, respiratório e infecciosas e parasitárias, indentificando os grupos demográficos e regiões demográficas de maior vulnerabilidade;
- III - Estimar os custos de bem-estar associados à mortalidade decorrentes das ondas de calor.

IV - Avaliar os efeitos das ondas de calor sobre a saúde infantil.

As principais contribuições deste trabalho partem da identificação de eventos de ondas de calor no Brasil, afinal isso era uma lacuna tanto na literatura econômica voltada para problemas climáticos quanto na literatura especializada. Além disso, foram computados indicadores de duração, frequência e amplitude desses eventos, possibilitando não só a comparação com outros estudos internacionais, mas também a interação desses resultados. Por exemplo, foi possível verificar se os municípios com maiores números anuais de ondas de calor eram os mesmos com os eventos mais duradouros ou severos, ou, inclusive aqueles municípios com maiores médias anuais de temperatura.

Espera-se também contribuir com o debate estabelecido pela literatura sobre a relação entre níveis extremos de temperatura e mortalidade. Essa relação foi estudada para taxas de mortalidade de mulheres, crianças, idosos e extremamente pobres, conforme os três grupos de doenças citados anteriormente. Quanto a valoração econômica desses resultados, estimou-se o Valor Estatístico da Vida (VSL) para os municípios dos diferentes estados brasileiros. Essa foi uma contribuição, afinal um dos únicos estudos brasileiros sobre o VSL estabelecia valores apenas para a cidade de São Paulo. Dessa forma, foi possível calcular os custos econômicos das ondas de calor, em termos de vida humana, de forma heterogênea nos municípios brasileiros.

Vale ressaltar que foram encontrados poucos resultados referentes aos efeitos do clima sobre as taxas brasileiras de morbidade, e, ainda mais escassas foram as evidências sobre a saúde infantil. Nesse sentido, foram analisados os efeitos das ondas de calor sobre as 12 doenças que mais conduzem a internação hospitalar infantil. A partir dos custos médios de internação hospitalar infantil, cálculo disponibilizado pelo Ministério da Saúde e tabulados pelo Data-SUS, foi possível valorar os efeitos das ondas de calor sobre as despesas com internação hospitalar infantil por doenças como desidratação, desnutrição, doenças diarreicas e outras.

Finalmente, os resultados, apresentados e discutidos, oferecem fundamentações para formuladores de políticas públicas, em destaque, àquelas políticas voltadas para proble-

mas climáticos e de saúde pública. Esses resultados permitem a identificação, ao longo dos anos e nos municípios brasileiros, do quanto as taxas de mortalidade e morbidade estão relacionadas com episódios de calor extremo, bem como quais são as magnitudes desses efeitos e seus respectivos custos sociais. Essa discussão, certamente, recai sobre possíveis soluções e políticas capazes de mitigar ou promover a adaptação da população. A valoração econômica desses resultados não revela somente a importância dessa problemática, mas subsidia discussões sobre o financiamento desses custos e de possíveis políticas públicas.

1.1 *Organização dos capítulos*

Essa tese foi dividida em 5 capítulos. Além desta introdução geral, o segundo capítulo apresenta aspectos empíricos e evidências das ondas de calor no Brasil. Nele são discutidos, além da meteorologia desses eventos, resultados sobre a incidência, duração, frequência e amplitude das ondas de calor nos municípios brasileiros.

O terceiro capítulo trata dos efeitos das ondas de calor sobre o bem-estar relacionado com a saúde. Além de um modelo microeconômico básico desenvolvido por Deschênes e Greesntone (2011), neste capítulo são estimadas evidências dos efeitos das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, do aparelho circulatório e respiratório. Esses resultados ainda passaram por uma estratégia de valoração, e uma seção foi dedicada ao cálculo do Valor Estatístico da Vida (VSL). Finalmente, os resultados encontrados revelam os custos governamentais ou sociais relacionados a incidência de ondas de calor, em termos de vida humana.

O quarto capítulo avalia os efeitos das ondas de calor sobre o padrão de morbidade infantil acompanhado de internação hospitalar. Discute-se a relação entre morbidade e fatores climáticos e não-climáticos, bem como são apresentados resultados da incidência, duração, frequência e amplitude das ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por 12 tipos de doenças. Também são apresentados os custos das despesas das internações hospitalares infantis induzidos pelas ondas de calor.

Por último, o quinto capítulo reúne as conclusões gerais extraídas das análises realizadas nesta tese e as possíveis ações ou políticas governamentais necessárias para contornar os efeitos promovidos pelas ondas de calor sobre a saúde humana.

2 Ondas de Calor nos Municípios Brasileiros: identificação e caracterização.

2.1 Introdução

Eventos climáticos extremos podem ser entendidos como choques eventuais em variáveis climáticas, como temperatura, precipitação e velocidade dos ventos, quase sempre num período interanual. São categorizados como ondas de calor e frio, geadas, tempestades, chuvas de granizo, secas severas, e, até mesmo, tornados e furacões. Diversos cientistas acreditam que esses eventos extremos fazem parte de outros fenômenos climáticos de maior abrangência, e que, provavelmente, nas últimas décadas, têm sido potencializados pelo processo de aquecimento global (Rahmstorf e Coumou, 2011).

Esses episódios extremos do clima estão aumentando em frequência, abrangência e intensidade em todos os continentes. Secas, enchentes, inundações, tempestades, furacões, ciclones tropicais e calor extremo são cada vez mais registrados em todo o mundo. A Organização Mundial de Meteorologia (WMO) publicou um atlas global da mortalidade e das perdas econômicas decorrentes de eventos climáticos extremos⁴, contabilizando os danos ao longo de quatro décadas, do período de 1970 a 2012. Segundo a instituição, nesse período foram catalogados 8.835 eventos climáticos extremos que resultaram em prejuízos econômicos em torno de 2,4 trilhões de dólares e quase dois milhões de pessoas mortas.

De acordo com a WMO (2013), de quase nove mil eventos climáticos extremos registrados em todo o mundo nas últimas quatro décadas, cerca de 80% deles são ocorrências de tempestades, inundações e ondas de calor, representando aproximadamente 50% das mortes e 80% dos danos econômicos. A mesma instituição ainda ressalta que, em termos de vida humana, as secas no continente africano e as ondas de calor na Europa e América Latina estão entre os fenômenos climáticos mais devastadores. Sobre a geografia desses eventos extremos, vale ressaltar que existem evidências meteorológicas

⁴Atlas of Mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970-2012). Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/236689641/Atlas-of-mortality-and-economic-losses-from-weather-climate-and-water-extremes-1970-2012>

da predominância de secas na África, tempestades e inundações na Ásia, ciclones tropicais no Sudeste Asiático e Oceania, furacões no Caribe e América do Norte, extremos de temperatura e inundações no continente Sul Americano.

Nessa literatura também foi encontrada uma outra discussão importante advinda da ocorrência desses eventos, que recai, de forma inerente, no grau de desenvolvimento dos países (Choi et al, 2005). Acredita-se que países em desenvolvimento, como a China, a Índia e o Brasil são aqueles mais afetados por choques climáticos de curto prazo, seja pela diversidade climática que eles apresentam, pela grande dimensão geográfica e populacional, ou pela incapacidade de infraestrutura e tecnologia para lidar com as consequências desses fenômenos. Nos últimos anos, o Inmet (2015) aponta que o número de eventos climáticos extremos ocorridos no Brasil quadruplicou, e que a principal questão ainda são as elevações esporádicas de temperatura vivenciadas em alguns municípios (ondas de calor).

De acordo com as projeções elaboradas por Marengo et al. (2007), até o fim do século, a temperatura média no país poderá aumentar entre 1,3 e 3,8°C e ocorrer uma redução de até 20% no volume de chuva. Decorrente desse cenário, além do prolongamento das secas nordestinas, muitos municípios brasileiros passarão a conviver com elevações esporádicas e diárias dos níveis de temperatura para muito além da temperatura média esperada nessas localidades. Diante dessas condições, surge um dos principais desafios climáticos que o Brasil tem enfrentado atualmente, a ocorrência eventual de ondas de calor.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC, 2013), as influências antrópicas sobre o clima, desde a metade do século passado, tem alterado a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos, principalmente daqueles relacionados as temperaturas diárias. Nesse contexto, conforme o Quinto Relatório de Avaliação do IPCC, a probabilidade de ocorrência de onda de calor tem duplicado em algumas regiões do mundo, principalmente aquelas tropicais (IPCC, 2013). As projeções indicam que a frequência média global, em termos de duração e intensidade das ondas de calor, aumentarão até 2025. Por essa razão, alguns estudos dedicaram-se a

analisar eventos severos de ondas de calor na Europa durante os anos de 2001, 2003, 2006, 2007 e 2010 (Meehl e Tebaldi, 2004; Della-Marta et al., 2007; Fischer e Shär, 2010). As evidências científicas sobre as características dos eventos de ondas de calor extrapolam os países europeus e recaem também sobre os asiáticos. Segundo o IPCC (2013), na Ásia Ocidental, as ondas de calor se tornarão mais frequentes e serão mais prolongadas. Ainda, com determinada frequência foram constatadas evidências de calor extremo na fronteira da Europa e da Ásia, particularmente na Geórgia (Keggenhoff et al., 2015).

Com relação ao Brasil, seja pela dimensão geográfica, pela diversidade climática ou até mesmo pela intensidade de emissão de gases poluentes, o certo é que tem ocorrido uma intensa formação de microclimas nos grandes centros urbanos. Esses fenômenos quase sempre se configuram como ilhas de calor, onde excessivamente os registros diários de temperatura excedem as máximas esperadas⁵ (Li e Bou-Zeid, 2013). Uma das principais consequências desse fenômeno são as ondas de calor, ou seja, episódios de elevadas temperaturas que se estendem durante dias. Segundo Curriero (2002), em outros países, como é o caso dos Estados Unidos, as ondas de calor tem sido também observadas em cidades de médio e pequeno porte, o que deixa em dúvida se no Brasil esses eventos tem ocorrido apenas nos grandes centros urbanos, extrapolando portanto a origem nas ilhas de calor. Independente de qual for a razão, o certo é que todas as vezes que os termômetros dos municípios excedem a temperatura máxima por dias consecutivos, nele há a observação de uma onda de calor (Meehl e Tebaldi, 2004; Perkins e Alexander, 2013).

Historicamente, de acordo com informações do Inmet (2015), a mais rigorosa onda de calor observada no Brasil foi na cidade do Rio de Janeiro, em 1984. Nessa ocasião, os termômetros registraram em média 43,2°C durante um período superior a três dias.

⁵São três fatores principais que explicam o surgimento das ilhas de calor, a expansão da mancha urbana, intensificação dos fluxos urbanos e o aumento da densidade da área construída. Este contraste em relação ao meio rural acarreta em uma diferença do tempo de absorção da energia durante o dia e da remissão da energia terrestre a noite. A consequência deste balanço de energia é o resfriamento mais lento da cidade, após o pôr-do-sol. Sendo assim, nota-se que nas cidades são observadas temperaturas mais elevadas à noite, em relação as temperaturas do seu entorno. (Fialho, 2012).

Ainda, conforme o Instituto, por razões da intensa emissão de poluentes atmosféricos, foi notado uma elevação considerável de temperatura na cidade de São Paulo. Discute-se ainda a existência de alguma relação entre a intensificação dos períodos de seca e possíveis registros de ondas de calor, no nordeste brasileiro.

O registro de ondas de calor no Brasil não se detém apenas as regiões mais próximas da faixa equatorial, eles se estendem também aos municípios do sul, que, em 2003, sofreram uma das mais severas ondas de calor que se há registros. Esse episódio ficou conhecido como “Inferno Gaúcho”, pois, durante uma semana, os termômetros marcaram até $39^{\circ}C$ em muitas cidades do Rio Grande do Sul, o que trouxe deficiências ao abastecimento de água local e consumo recorde de energia.

Mediante esse contexto, neste capítulo foi analisada a incidência de ondas de calor nos municípios brasileiros, ao longo dos anos de 1998 a 2015. A metodologia adotada foi desenvolvida em Perkins e Alexander (2013), que especificaram medidas de ondas de calor a partir de critérios climatológicos e limiares de calor extremo. Especificamente, foram construídos indicadores para todos os municípios do país que caracterizam a incidência desses eventos quanto a aspectos de sua duração, frequência e amplitude. A contribuição deste trabalho vai muito além do estudo detalhado das ondas de calor no Brasil, mas recai exatamente sobre a possibilidade de outras análises, como aquelas que serão realizadas nos capítulos II e III, sobre os riscos de morbidade e mortalidade.

Além disso, ressalta-se que existem lacunas na literatura sobre os impactos de eventos climáticos extremos na economia, e, sobre os efeitos das ondas de calor, as constatações empíricas são escassas. Portanto, espera-se que o cômputo desses indicadores possam subsidiar estudos sobre economia do bem-estar, economia da saúde, economia agrícola, dentre outros. Embora a metodologia desses indicadores tem sido amplamente utilizada na literatura climatológica, nenhum dos estudos revisados dedicou-se a analisar todos os municípios de um país durante um período de tempo superior a 10 anos. Outra contribuição desta pesquisa recai sobre o monitoramento das ondas de calor, efetuado com dados climáticos de três em três horas oriundos de modelos

climáticos de dados de reanálise⁶.

Além desta introdução, este capítulo segue-se com uma seção dedicada aos aspectos e definições meteorológicas das ondas de calor. Na terceira seção foram apresentados os procedimentos metodológicos da elaboração dos indicadores de ondas de calor, bem como informações sobre os dados utilizados. Em seguida, na quarta seção são apresentados os resultados, e, na última, são destacadas as principais conclusões.

2.2 Ondas de Calor: definições e conceitos meteorológicos.

Ondas de calor são tipicamente definidas como um período de tempo excessivamente quente (Pezza et al., 2012). Essa concepção é abstrata e permite múltiplas definições sobre como identificar uma onda de calor. Essas definições variam em diversos países e, por consequência, nos estudos científicos. Ondas de calor podem ser definidas como registros de temperaturas diárias que excedem a temperatura máxima esperada para uma dada localidade⁷, podem também ser classificadas pela observação de elevadas temperaturas relativas a um determinado período, ou, até mesmo simplificadas a registros diários que a temperatura excedeu um limiar fixo, como, por exemplo, 40°C. Diante disso, torna-se válido salientar que existe, na literatura revisada, um consenso da falta de uma definição universalmente aceita desses eventos.

O desenvolvimento de uma definição precisa e generalista é essencial para o monitoramento climático de ondas de calor no Brasil e nos outros países. Afinal, caso houvesse algum métrica consensual, ela permitiria comparações e projeções de tendência com relação a diversas localidades. O cômputo de um indicador objetivo e simples centra-se no comportamento médio dos efeitos de uma onda de calor, quanto a sua intensidade

⁶Mais informações sobre os dados de reanálise estão dispostas na seção 2.4.2 deste capítulo

⁷O ponto de partida para uma compreensão sobre eventos de ondas de calor é a definição meteorológica de um anticiclone. Os anticiclones são regiões de alta pressão em torno das quais os ventos se direcionam em sentido horário no hemisfério norte e em sentido contrário no hemisférios sul. Muitas vezes, os anticiclones estão associados ao que é dito popularmente como "*bom tempo*". Isto é, em circunstâncias de anticiclones, o ar aquece e fica bastante estável, suprimindo os movimento necessários para a formação de nuvens e precipitação. Por isso os anticiclones são associados a dias de céus claros e com poucas nuvens, tipicamente quentes e secos. Esses céus claro são responsáveis pelo aquecimento radioativo da superfície e prolongamento de um ciclo estável e lento de aquecimento, produzindo, portanto uma onda de calor.

de calor extremo, distribuição espacial, calor acumulado e duração - em dias (Kaggenhoff et al., 2015). Na Tabela 2.1 foram compiladas diversas medidas encontradas na literatura especializada e seus respectivos resultados.

<i>Autores</i>	<i>País</i>	<i>Período</i>	<i>Método</i>	<i>Descrição</i>	<i>Janela de Tempo</i>	<i>Resultado</i>
Meehl e Tebaldi (2004)	Chicago (EUA) e Paris (França)	1995 e 2003	Múltiplos Índices de Limiar.	Temperatura máxima superar o percentil 97,5 e todas as temperaturas diárias superarem o percentil 81, durante a onda de calor.	Sem critério	Número de ondas de calor em Chicago = 1,6 e Paris = 2,13. Duração média, Chicago= 7,3 e Paris= 8,3 dias.
Poumadere et al. (2005)	França	2003	Temperaturas	Temperaturas máximas superiores a 30oC	Pelo menos 2 dias consecutivos	Temperaturas máximas atingiram 35oC durante vários dias consecutivos.
Alexander et al. (2006)	USA (Califórnia)	1961-1990	TN90p	Percentual de dias que a temperatura mínima superou o percentil 90	5 dias consecutivos	Dias excessivamente quentes mais frequentes na costa sul da Califórnia.
Alexander et al. (2006)	USA (Califórnia)	1961-1990	TR (tropical)	Número de noites que as temperaturas foram superiores a 20oC	Sem critério	Na última década, as noites foram excessivamente mais quentes em algumas cidades americanas.
Alexander et al. (2006)	USA (Califórnia)	1961-1990	SU (verão)	Número de dias do verão que a temperatura máxima superou 25oC	Sem critério	As temperaturas máximas tem superado com mais frequência o respectivo limiar, na última década.
Vazquez-Aguirre e Jones (2008)	México	1950-2006	Tx90p	Percentual de dias que a temperatura máxima superou o percentil 90	5 dias consecutivos	Aumentos significativos na frequência de dias quentes, no leste do México.
Fischer e Shär (2010)	Europa	1961-1990	HwA, HwD, HwF, HwN	Temperaturas máximas superiores ao percentil 90oC	6 dias consecutivo	HwN= 0,2 HwD= 7,7 dias e HwF= 1,6 dias e HwA= 34,4 Projeções 2021-2050 HwN= 1,1 HwD= 9,2 dias e HwF= 8,1 dias e HwA= 37,2
Perkins e Alexander (2012)	Austrália	1971-2008	HwA, HwD, HwF, HwN	Temperaturas diárias superarem o percentil 90 e média de temperatura dos últimos 30 dias.	3 dias consecutivos	HwN = 1,5 a 2 ondas de calor por ano HwD = 6,5-8 dias (norte) e 3-4 dias (sudeste) HwA = aumentos de 3-6,8 oC na temp. máxima HwF = 8-9 dias por ano
RMCO (2014)	Fort Collins (Colorado) - EUA	1961-2013	TH	Temperatura máxima diária superior ao percentil 95oC	1 dia/3 dias consecutivos	Aumento significativo na média de dias quentes por ano. 1961 - 1999 = 2,9 dias 2000 - 2013 = 8,8 dias
Balafoutis e Makrogianis (2014)	Grécia	1999	Análise de circulação atmosférica	Temperaturas, Condições sinópticas e direção dos ventos. Mapas de formação de anticiclones.	Sem critério	Temperatura mínima da onda de calor = 32oC Duração superior a 2 dias Temperatura média da onda de calor em Atenas = 37oC
Keggenhoff et al. (2015)	Georgia (Tibilisi)	1961-2010	HwA, HwD, HwF, HwN	Temperaturas diárias superarem o percentil 90 e média de temperatura dos últimos 30 dias.	3 dias consecutivos	HwN= 1,7 HwD= 5,5 dias e HwF= 10,4 dias e HwA= 12,2

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: TX90p, TN90p, TR(tropical), SU (verão), HwA, HwN, HwD e HwF são indicadores comumente calculados para a definição de ondas de calor, encontrados na literatura especializada. Todos esses índices são baseados em temperaturas observadas.

De acordo com a literatura revisada, exposta na Tabela 2.1, a maioria dos trabalhos identificam o estresse térmico quando as temperaturas diárias são atípicas em relação aos registros recentes de calor. Ou quando a resiliência (adaptação) de longo prazo de um sistema (por exemplo, biológico ou agrícola) é excedida ⁸.

Os trabalhos de Poumadere et al. (2005), Alexander et al. (2006), Vasquez-Aguirre e Jones (2008) e RMC0 (2014), apesar de suas especificidades na construção de seus indicadores, estudam mudanças extremas nas temperaturas diárias com relação a um dado percentil de distribuição das temperaturas passadas ou recentes. Em comum, todos eles apontam um aumento no número médio de ondas de calor nos países europeus, no México e nos Estados Unidos. Em Paris, por exemplo, a média de longo prazo do número de dias excessivamente quentes triplicou, nas últimas cinco décadas (Meehl e Tebaldi, 2004).

Outros trabalhos buscaram, a partir de funções de calor excessivo, mensurar índices que caracterizam as ondas de calor não apenas quanto ao número de episódios, mas também quanto a duração, frequência e a amplitude. Fischer e Shär (2010), Perkins e Alexander (2013) e Kaggenhoff et al. (2015) verificaram, a partir do cômputo desses índices, que as localidades estudadas passam por pelo menos uma onda de calor por ano, com duração média entre 5,5 e 8 dias. Esses indicadores ainda podem ser bastante sensíveis a outros fenômenos climáticos combinados, como é o caso do El Niño. Chaudhury et al. (2000) constatou que no noroeste da Índia, o número de ondas de calor praticamente duplica em anos de El Niño. Segundo os autores, os efeitos sobre a população é drástico, mas, são ainda maiores quando numa localidade específica são combinados o fenômeno El Niño, onda de calor e seca severa. O mesmo resultado foi ratificado por Murari et al. (2016) em outro estudo para Índia, no qual, dentre as principais conclusões, verificaram que provavelmente as ocorrências de El Niños mais severos estão relacionadas com ondas de calor mais intensas.

Outra evidência importante, em particular para regiões urbanas, é que nelas os

⁸Essas formas de identificação dos eventos de onda de calor são discutidas na segunda seção do capítulo III. Nela são apresentados alguns estudos voltados para a relação entre taxas de mortalidade e o número de ondas de calor para diversos países e cidades específicas.

eventos de ondas de calor são mais frequentes, e, quanto maiores e mais populosas, mais sinérgica é a interação entre ilhas e ondas de calor⁹ (Li e Bou-Zeid, 2013). Os autores ainda apontam que, para a região metropolitana de Washington (EUA), foram notados baixa umidade relativa do ar e baixa velocidade dos ventos, associados a períodos de ondas de calor e diferenças significativas entre as temperaturas urbanas e rurais próximas a Baltimore.

No contexto dessa discussão, constata-se que as ondas de calor apresentam distintas características, independente da definição utilizada. Nesse sentido, seus efeitos se desdobram com mais intensidade em determinadas localidades e são sentidos de forma distinta entre a população¹⁰, dado a sua capacidade de adaptação e convivência com o fenômeno. A partir da literatura revisada, somado ao desconhecimento do processo de formação de ondas de calor no Brasil, neste capítulo busca-se explicitar algumas definições e métricas climáticas para esses eventos, conforme o estudo de Perkins e Alexander (2013).¹¹

2.3 Excesso e Estresse de Calor: definição e identificação de ondas de calor

O caráter vago da definição deu margem ao surgimento de numerosas métricas e índices que buscam gerar informações quantitativas sobre períodos de calor extremo (Perkins e Alexander, 2013).

Neste trabalho foi adotada a definição de ondas de calor baseada no conceito de fator de calor excessivo (FCE) (Nairns et al., 2009). Esta escolha baseia-se em dois critérios. Primeiramente, o FCE possui um critério metodológico, estatisticamente bem definido, quando comparado a outros índices que se propõem a medir/identificar ondas de calor (Perkins e Alexander, 2013). Em segundo lugar, o conceito de FCE foi

⁹Ilhas de calor são fenômenos climáticos que podem ser definidos como uma anomalia térmica, onde a temperatura do ar urbano é mais elevada do que nas áreas vizinhas (Weng et al., 2004).

¹⁰As evidências de que existem grupos populacionais mais vulneráveis aos eventos de ondas de calor foram apresentadas no capítulo introdutório, conforme alguns mecanismos de fisiologia humana.

¹¹Para um maior detalhamento desses conceitos, vide Nairn, Fawcett e Ray (2009).

utilizado em outros trabalhos que buscam avaliar o impacto de ondas de calor sobre a mortalidade (PwC, 2011), permitindo assim a comparação de resultados. Seguindo a literatura internacional, considera-se que uma onda de calor é caracterizada como um evento de duração mínima de três dias consecutivos (Collins et al. 2000, Pezza et al. 2012).

O FCE é composto por dois índices de excesso de calor (IEC):

$$IEC_{sig} = [(T_i + T_{i-1} + T_{i-2})/3 - T_{95}] \quad (1)$$

$$IEC_{accl} = [(T_i + T_{i-1} + T_{i-2})/3] - [(T_{i-3} + \dots + T_{i-32})/30] \quad (2)$$

onde T_i corresponde à temperatura média registrada no dia i e T_{95} é o percentil 95 da distribuição das temperaturas médias diárias registradas ao longo do período de análise. A temperatura média T_i é calculada como a média aritmética das temperaturas máxima (T_{max}) e mínima (T_{min}) registradas em determinado dia. O IEC_{sig} descreve a anomalia da janela de três dias em relação a um limite de calor extremo (o percentil 95), enquanto IEC_{accl} descreve a anomalia do período de três dias em relação aos 30 dias anteriores¹².

As equações 1 e 2 podem ser combinadas para se determinar o FCE:

$$FCE = IEC_{sig} \times Max(1, IEC_{accl}) \quad (3)$$

onde valores positivos de FCE determinam condições necessárias para a ocorrência de ondas de calor. Desta forma, baseado no critério de que ondas de calor se caracterizam por uma sequência mínima de três dias de calor extremo, o FCE deve ser positivo no mínimo para os dias i , $i + 1$ e $i + 2$ para caracterizar um período de calor extremo.

¹²Esse processo de aclimação a temperaturas mais altas é uma característica de adaptação física humana, que pode elevar entre duas e seis semanas, envolvendo ajustamentos fisiológicos e endócrinos dos sistemas cardiovascular (Nairn et al., 2013). De acordo com os autores, 30 dias (cerca de 4 semanas) tem sido adotado como período necessário para a aclimação.

2.4 Métodos e Dados

2.4.1 Indicadores de Ondas de Calor

Para caracterizar os eventos de calor extremo, um conjunto de índices de ondas de calor foram explorados, de acordo com a literatura especializada (Fisher e Schär, 2010; Meehl e Tebaldi, 2004; Collins, et al., 2010). Esses índices são construídos a partir dos valores apresentados pela FCE, expressa na equação 3. Novamente, ressalta-se que, neste trabalho, se classifica um evento de temperatura extrema como uma onda de calor quando $FCE \geq 0$, num período de pelo menos 3 dias (Perkins e Alexander, 2013).

O Fator de Calor Excessivo é uma medida que permite análises que vão além do simples cômputo do número de ondas de calor para uma localidade. Além disso, outros aspectos derivados do *FCE* foram considerados, como medidas de intensidade, frequência e duração.

Fischer e Shär (2010) calcularam, baseados nessa definição, alguns aspectos das ondas de calor que vão muito além da persistência de períodos quentes. Os autores dedicam suas análises aos valores anuais de HWN – número de ondas de calor, HWF – frequência anual de dias que participaram de uma onda de calor, HWD – duração média das ondas de calor e HWA – dia mais quente (amplitude) daquele evento mais quente do ano. Da mesma forma, Perkins e Alexander (2013) computaram o FCE para as temperaturas médias de algumas cidades australianas, num período de 30 anos. Todos esses aspectos são computados neste trabalho, por meio de uma metodologia semelhante, considerando todos os municípios brasileiros.

Na Tabela 2.2, encontra-se disposto uma descrição detalhada desses indicadores climáticos, bem como suas respectivas unidades de medida.

Tabela 2.2 – Identificação e definição dos aspectos analisados das Ondas de Calor, baseados no Fator Excessivo de Calor (FCE).

<i>Identificação</i>	<i>Aspecto da Onda de Calor</i>	<i>Definição</i>	<i>Unidade</i>
HWN	Número de Ondas de Calor	Número anual de ondas de calor, onde as condições de calor excessivo persistiram por pelo menos 3 dias consecutivos.	Número de eventos
HWD	Duração das Ondas de Calor	Número anual médio de dias que as condições de calor excessivo persistiram, a partir de 3 dias consecutivos.	dias
HWF	Frequência das Ondas de Calor	Número total de dias num ano que as condições de calor excessivo persistiram, desde que caracterizadas como ondas de calor.	dias
HWA	Amplitude das ondas de Calor	Dia mais quente da onda de calor mais quente identificada no ano.	°C ²

Fonte: Informações da Pesquisa, Perkins e Alexander (2013).

Nota: As condições de calor excessivo necessárias para a confecção de cada um dos indicadores são valores positivos de FCE persistentes por pelo menos três dias consecutivos.

2.4.2 Dados e Fonte dos Dados

Atualmente, no Brasil existem 265 estações meteorológicas responsáveis por recolher de forma sistemática e periódica informações climáticas¹³. Temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, insolação e precipitação pluviométrica são algumas dessas variáveis aferidas. A distribuição espacial dessas estações encontra-se ilustrada no mapa da Figura 2.1.

¹³Além dessas estações meteorológicas mantidas pelo INPE, nos municípios brasileiros também existem estações particulares e estações pertencentes a Rede Meteorológica da Aeronáutica - DECEA/Redemet.



Fonte: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP, 2016), editado pelo autor.

Nota: As estações meteorológicas podem ser classificadas como convencionais ou automáticas. Quando convencionais, a coleta de dados é feita manualmente por técnicos, e, quando automática, a coleta é realizada por sensores eletrônicos e transmitidas para uma central. Dentre essas estações, algumas são sinópticas e climatológicas, ou de meteorologia aeronáutica, agrícola e espaciais.

Figura 2.1 – Estações Meteorológicas do Brasil.

Diariamente, cada uma dessas estações fazem registros climáticos em frações de 3 em 3 horas, e, quando transmitidas para uma central, são organizadas e disponibilizadas para consulta numa Plataforma de Dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). A principal ressalva em relação a esses dados é a dimensão geográfica que eles estão disponibilizados, o que, conseqüentemente, não oferece uma cobertura espacial para todos os municípios do país.

Para contornar essa dificuldade de trabalhar com dados observacionais, alguns modelos foram criados para simular as condições climáticas globais. Muitos desses modelos estão disponíveis para períodos de tempo distintos, para determinados continentes ou países e até mesmo para cenários de previsão. Dentre eles, ressaltam-se os modelos confeccionados pelo *The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF), principalmente o modelo ERA-Interim.

O ERA-Interim, modelo utilizado para extração de dados de temperatura dessa

tese, é um modelo atmosférico global com dados de reanálise a partir de 1979, continuamente atualizado para o presente. O sistema de assimilação de dados utilizados para a produção do ERA-Interim é baseado em uma liberação da Integrated Forecast System (IFS, 2006), de acordo com o modelo ECMWF-IFS. Esse sistema de previsões integradas é um modelo de previsão meteorológica de operação global, também desenvolvido pelo ECMWF. O sistema inclui uma análise com janelas de análise de 12 horas e a resolução espacial do conjunto de dados é aproximadamente $80km$ em 60 níveis verticais para uma superfície acima de $0.1hPa$. Além disso, vale ressaltar que os dados observacionais são preditos pelo modelo ERA-Interim de forma robusta e são praticamente perseguidos em todas as estações meteorológicas expostas na Figura 2.1¹⁴.

As principais vantagens desse conjunto de dados é a possibilidade de identificar todos os fenômenos de ondas de calor vivenciados nos municípios brasileiros, ao longo de vários anos e com precisão diária. Além disso, medidas de intensidade, frequência e duração desses eventos passam a ser possíveis, conforme o definido em Perkins e Alexander (2013). Para o cômputo dos indicadores de excesso de calor, foram utilizadas as temperaturas máximas e mínimas diárias, do período de 1998 a 2015. A temperatura média diária (TMD) foi calculada a partir da realização dessas medidas e são elas utilizadas para computar o IEC_{sig} e o IEC_{accl} .

Uma vez encontrados os valores de FCE , definidos na equação 3, essas medidas foram municipalizadas no software ArcGis, por meio de médias euclidianas espaciais em grades de $7km$. Esse procedimento permite que as informações meteorológicas sejam identificadas para o centroide¹⁵ de cada município. Esses mesmos procedimentos serão adotados com outras variáveis climáticas (umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica e insolação) para subsidiar os modelos de regressão estimados nos capítulos *II* e *III* deste trabalho.

¹⁴Comparações entre os dados de temperatura observados pelo INPE e os dados de reanálise do modelo ERA-Interim foram apresentados na Figura A.1, do apêndice A. Em média, as diferenças entre as temperaturas diárias não extrapolam $0.3\text{ }^{\circ}C$

¹⁵Os municípios foram representados por polígonos e os centroides são os pontos geométricos centrais.

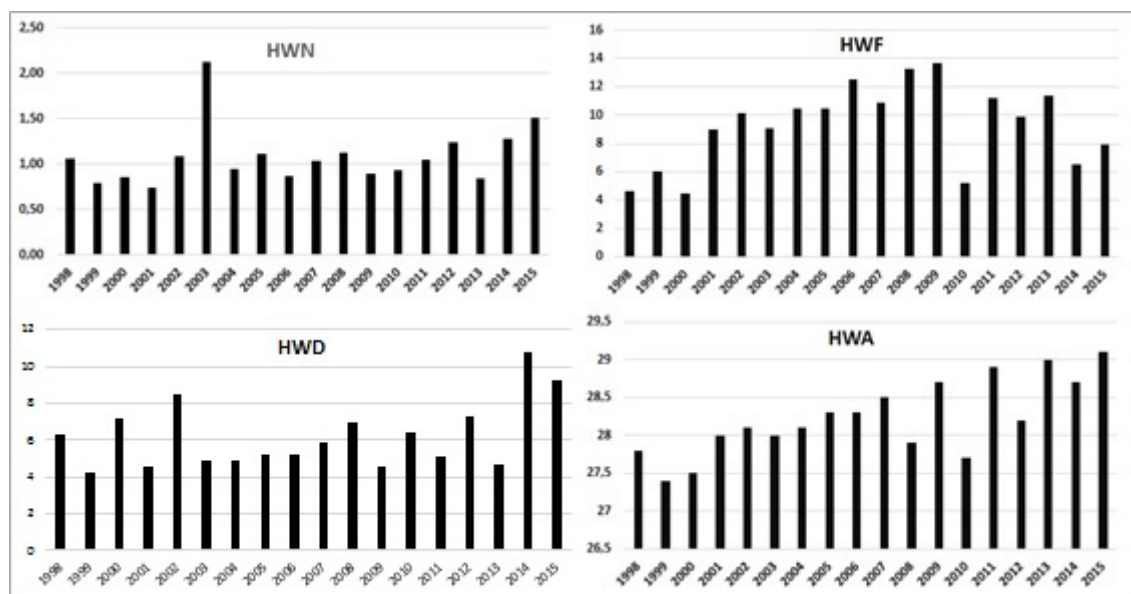
Sobre a dimensão dos dados climáticos, vale ressaltar que eles revelam informações diárias, sistematicamente a cada três horas, em todos os anos no período de 1998 a 2015¹⁶. Estatísticas descritivas das temperaturas coletadas podem ser encontradas na Tabela A.1 do Apêndice A. Na respectiva tabela, os dados foram segregados por capitais e municípios do interior, de acordo com as temperaturas médias e máximas previstas no referido período de análise. Alguns municípios do interior do Paraná, do Rio Grande do Sul, Curitiba, Rio de Janeiro, Porto Alegre, São Paulo, Cuiabá e Goiânia, apresentam indícios de elevada incidência de extremos de calor. Esses indícios podem ser confirmados quando se analisa a temperatura média local em comparação a temperatura máxima atingida. Por exemplo, apesar da região Nordeste apresentar as mais elevadas temperaturas médias, as temperaturas máximas são mais elevadas e recorrentes nas regiões Sul e Centro-Oeste.

2.5 Resultados

Os indicadores de ondas de calor calculados caracterizam esses eventos quanto a quatro aspectos, sua incidência, duração, frequência e amplitude. Ainda, salienta-se que a medida de amplitude pode ser interpretada como a intensidade desses fenômenos. De acordo com a Figura 2.2, em média, verificou-se que um município brasileiro vivencia pelo menos 1 onda de calor ao ano, com duração de 5 dias. Além disso, em média, 10 dias ao ano são tipicamente de calor excessivo, conforme os valores apresentados do indicador HWF.

A partir dos indicadores de amplitude calculados, notou-se um aumento dessa medida para todo o país, na última década. Essa constatação revela que os dias mais quentes das ondas de calor mais quentes aumentaram. Esse fato converge com as proposições de Nairn e Fawcett (2013), as quais revelam que, em várias localidades, a intensidade das ondas de calor tem aumentado. Na Figura 2.2, encontram-se gráficos da evolução desses indicadores para todo o Brasil, no período de 1998 a 2015.

¹⁶A escolha do período de tempo recaiu sobre a disponibilidade de dados de mortalidade e morbidade extraídos do Data-SUS, informações que subsidiarão as análises da relação entre ondas de calor e saúde humana.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: HWN foi medido em número médio de eventos, HWD e HWF foram medidos em número de dias e HWA medido em °C2. Esses valores representam a média anual dos resultados encontrados para todos os municípios brasileiros.

Figura 2.2 – Indicadores Brasileiros de Ondas de Calor no período de 1998 a 2015.

Quando comparados esses indicadores com as evidências empíricas encontradas na literatura especializada, o HWN brasileiro é próximo daquele encontrado para alguns países Europeus, Chicago nos Estados Unidos e alguns municípios da Austrália (Fischer e Schär, 2010; Kagenhoff et al., 2015; Perkins e Alexander, 2015). Entretanto, na média, as ondas de calor no Brasil têm durado menos que nesses países, apesar do número de dias excessivamente quentes ter sido superior.

Os mesmos indicadores da Figura 2.2 foram apresentados em termos de escores padronizados ¹⁷, na Figura B.1 do apêndice B, e, relativamente, identificou-se alguns anos atípicos em termos de duração, frequência, amplitude e número dos eventos de ondas de calor. Em especial, os subperíodos de 2002-2003 e 2014-2015 foram aqueles em que os indicadores mais oscilaram em comparação ao período de 1998-2015. Possivelmente, de acordo ao constatado por Chaudhury et al. (2000), o número de ondas de calor apresenta alguma relação com o evento El Niño, que, nos subperíodos indicados,

¹⁷O escore padronizado é uma medida estatística útil para a comparação de resultados individuais. Ela compara a posição relativa de uma observação dentro do grupo ao qual ela pertence, considerando a distância da média e o desvio-padrão do grupo.

manifestou efeitos moderados e fortes no Brasil, respectivamente (Cirino, 2012).

Ao considerar a extensão geográfica do Brasil, a média dos indicadores de ondas de calor resume toda a heterogeneidade espacial desses resultados. Nesse sentido, os dados organizados na Tabela 2.3 expressam resultados detalhados para os estados e regiões do país. Em termos regionais, verificou-se que as ondas de calor são mais incidentes, longas e frequentes nos estados da região Centro-Oeste, especialmente em Goiás e no Distrito Federal.

Nos últimos anos, de acordo com o Inmet (2016), em alguns municípios do estado de Goiás, inclusive Goiânia, tem sido registradas com frequência a manifestação de massas de ar quente e seco, com alta pressão e consequentes temperaturas elevadas. A conjugação desses eventos tornou Goiânia a capital estadual do Brasil com maior incidência de ondas de calor, e, de acordo com os resultados dessa pesquisa, em média, apresenta 3 eventos por ano.

Ainda, de acordo com os resultados da Tabela 2.3, nota-se que os estados da região Sudeste e Sul, em comparação as regiões Nordeste e Norte, apresentam, em média, 3 a 4 dias excessivamente quentes a mais. A região Nordeste, em termos diários, é aquela com as maiores médias de temperatura ao longo do ano, mas, conforme os índices de FCE, nela não são verificadas temperaturas máximas tão elevadas como aquelas verificadas nos estados da região Centro-oeste.

Todos os resultados sobre os indicadores que caracterizam as ondas de calor podem ser verificados na Tabela 2.3, e, de forma complementar, outras estatísticas descritivas podem ser encontradas na Tabela A.1 do apêndice A.

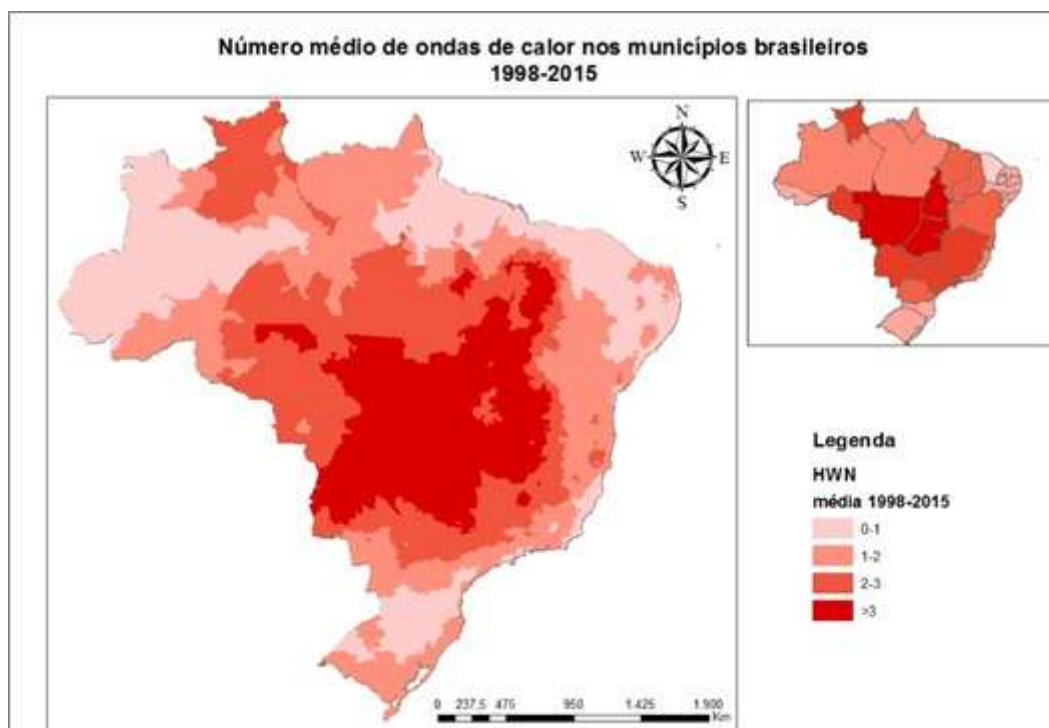
Tabela 2.3 – Indicadores de Ondas de Calor para as regiões e estados brasileiros.

<i>UF/Região</i>	<i>HWF</i>	<i>HWN</i>	<i>HWA</i>	<i>HWD</i>
Região Norte	8	1	28	5
RO	6	1,0	26,8	6,4
AC	6	1,0	26,0	4,1
AM	7	0,8	27,4	3,3
RR	8	1,4	27,3	4,4
PA	9	0,7	29,2	3,4
AP	10	0,9	29,2	3,8
TO	11	1,4	30,4	7,1
Região Nordeste	5	1	30	4,1
MA	8	1,0	30,2	3,9
PI	8	1,1	31,5	4,5
CE	3	0,6	29,9	3,7
RN	4	1,5	30,5	3,7
PB	3	1,5	29,0	3,2
PE	3	1,5	28,6	3,5
AL	3	1,5	29,3	4,6
SE	5	1,5	29,6	4,3
BA	8	1,5	28,2	5,6
Região Sudeste	11	1	28	5,1
MG	12	1,5	27,3	5,7
ES	9	1,3	28,5	3,5
RJ	11	1,3	29,2	5,2
SP	12	1,6	28,3	5,9
Região Sul	12	1	27	4,8
PR	11	1,4	27,0	5,5
SC	12	1,3	26,0	3,9
RS	12	1,1	27,2	5,1
Região Centro-Oeste	12	2	29	7,0
MS	9	1,4	29,6	5,4
MT	12	1,3	28,5	7,3
GO	15	1,7	29,4	7,7
DF	13	1,8	28,0	7,5

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expostos nesta tabela referem-se a média dos indicadores HWN, HWA, HWF e HWD para os municípios das regiões e estados brasileiros.

Em específico, os indicadores HWN, HWF, HWD e HWA foram calculados para todos os municípios brasileiros e seus resultados foram ilustrados nos mapas das Figuras 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6, respectivamente.

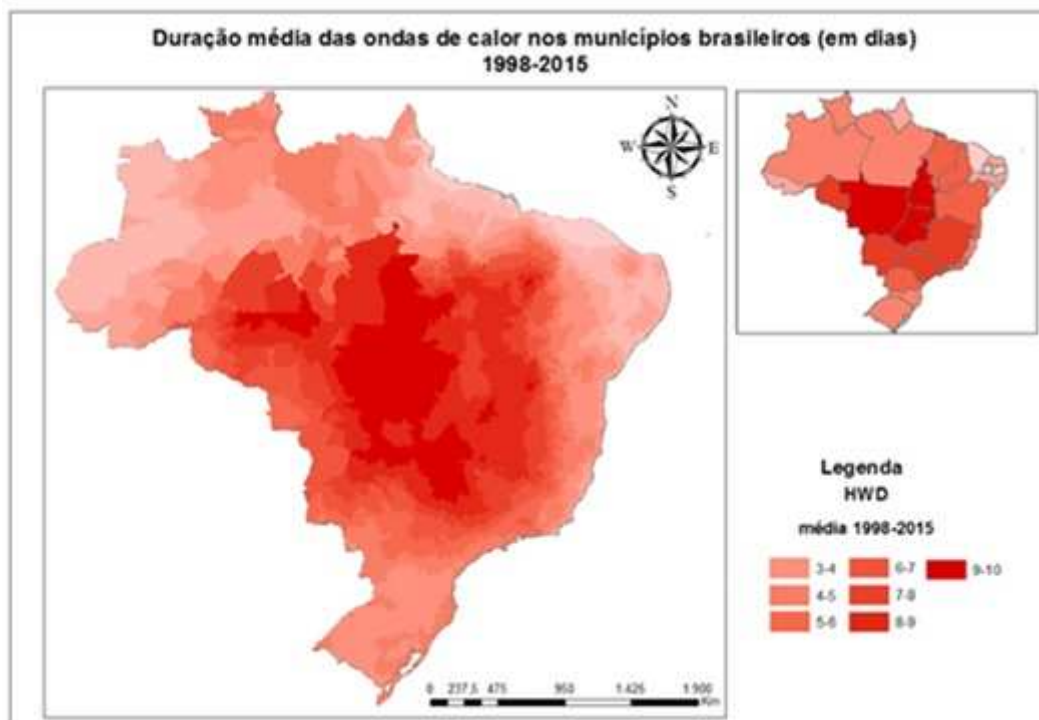


Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: O HWN é o número médio de ondas de calor registradas em um município. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda. Em média, em 3.378 dos 5.564 municípios não foram registrados nenhum evento de onda de calor. Entretanto, em 2015, 3.379 municípios passaram por pelo menos um episódio de onda de calor. Comparado ao primeiro ano da análise, 1998, o número de municípios com registros de ondas de calor praticamente duplicou.

Figura 2.3 – Mapa municipal do número médio (HWN) de ondas de calor.

De acordo com a Figura 2.3, os municípios de clima tropical foram aqueles que apresentaram o maior número de ondas de calor, praticamente três eventos por ano. Anualmente, os municípios de Goiás, Mato Grosso e Tocantins apresentaram até 10 eventos de ondas de calor em 2003. Nos últimos cinco anos, nenhum dos municípios analisados apresentou mais de 3 ondas de calor no ano, e, na média, em 56% dos municípios não houveram registros desses eventos.



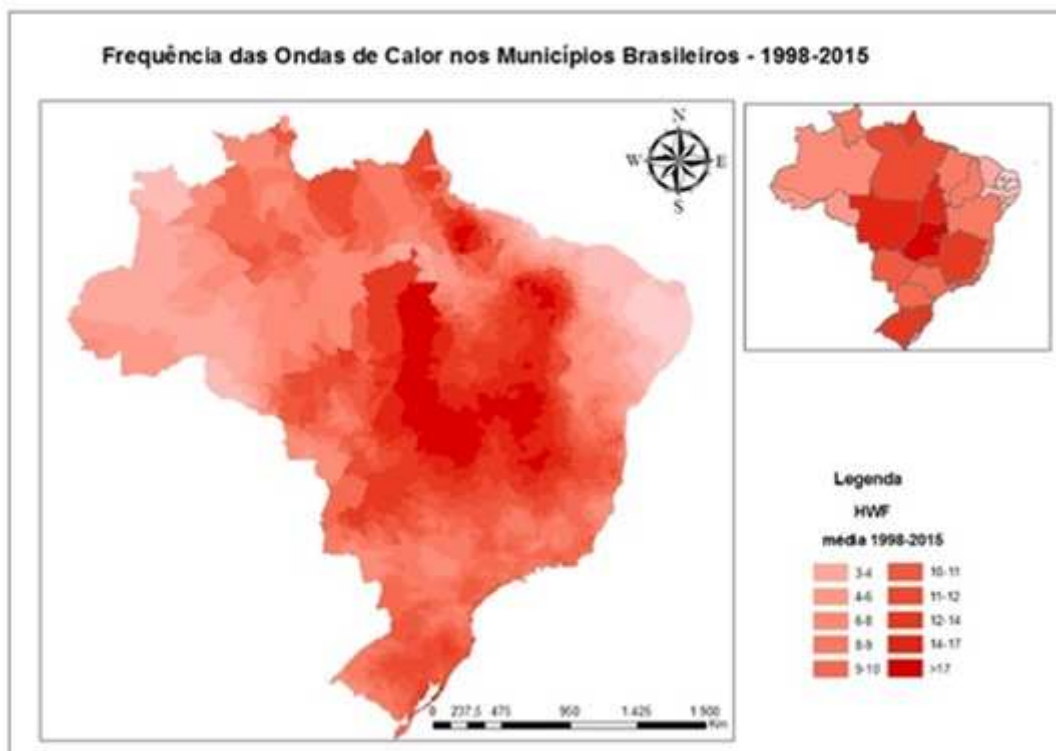
Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A duração de uma onda de calor é média em dias, a partir do momento que os índices de calor excessivo são persistentes por três dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

Figura 2.4 – Mapa municipal da duração média (HWD) das ondas de calor, 1998-2015.

Sobre a duração média das ondas de calor no Brasil, a maioria dos municípios quando passam por esses eventos apresentam temperaturas excessivamente quentes até 10 dias. Vale ressaltar que 55 municípios brasileiros, todos nordestinos, não apresentaram nenhum evento de onda de calor no período de análise, portanto o HWD assumiu valores 0. Na Figura 2.4, praticamente todos os municípios apresentaram valores de HWD, mas, em alguns deles, os índices de temperaturas excessivas foram efetivos, mas não por três dias consecutivos, portanto os tons mais claros referem-se aquelas cidades que não passaram por ondas de calor, mas que em algum momento apresentaram dias muito quentes.

Na figura 2.5, foram retratados o número médio de dias que um município brasileiro apresentou dias excessivamente quentes, no contexto de ondas de calor.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A frequência de uma onda de calor é média em dias, isto é, o número acumulado de dias excessivamente quentes num ano, a partir do momento que os índices de calor excessivo são persistentes por três dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

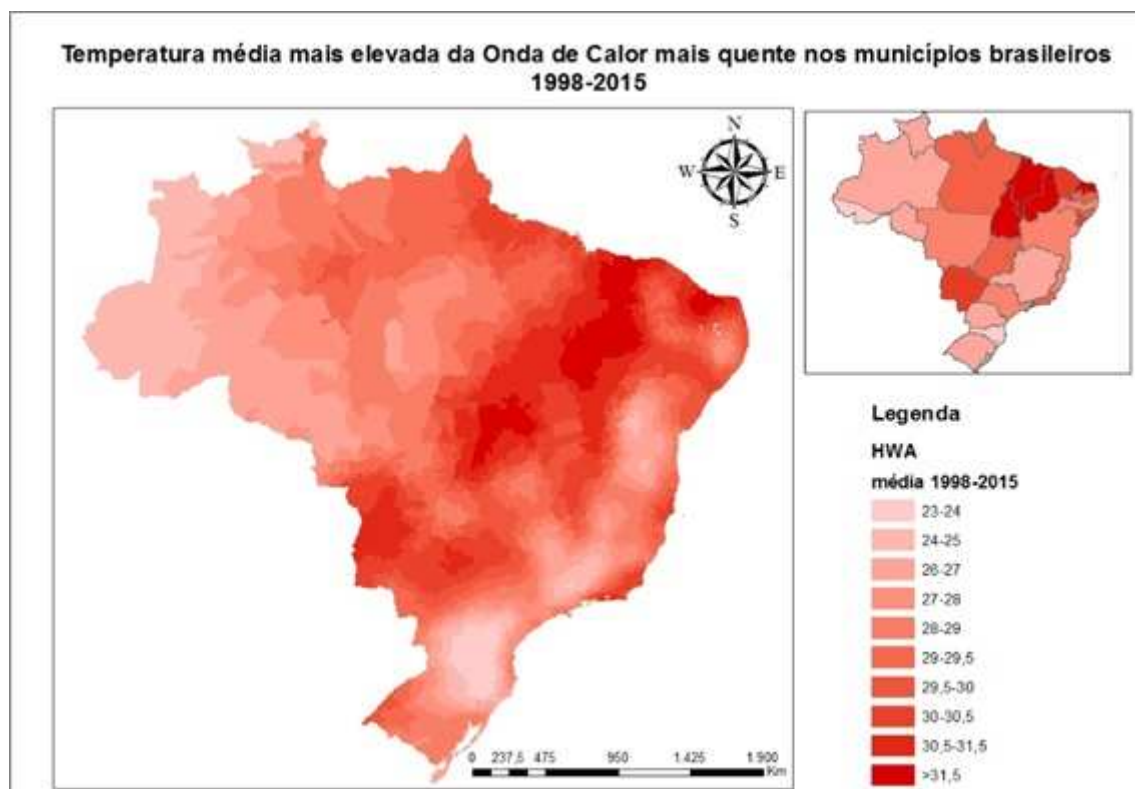
Figura 2.5 – Mapa municipal da frequência média (HWF) das ondas de calor, no período de 1998-2015.

De acordo com a Figura 2.5, os municípios dos estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais foram aqueles com o maior número de dias excessivamente quentes ao longo de um ano. Especificamente, municípios como Rio de Janeiro (RJ), Niterói (RJ), Marataízes (ES), Angra dos Reis (RJ), Martins Soares (MG), Contagem (MG), Goiânia (GO), Catalão (GO), São Paulo (SP) e Suzano (SP) são alguns dos 30 municípios brasileiros com maior número de dias excessivamente quentes, em 2015¹⁸. Nessas cidades, 25 a 35 dias do ano fazem parte de eventos de ondas de calor.

Finalmente, no que tange a amplitude das ondas de calor, a Figura 2.6 ilustra os

¹⁸Um dia com excesso de calor não necessariamente faz parte de uma onda de calor. Conforme o discutido neste capítulo, o que configura uma onda de calor é a sequência de pelos menos 3 dias excessivamente quentes.

valores municipais da medida de HWA.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A amplitude de uma onda de calor é média em $^{\circ}C^2$, a partir da combinação dos indicadores de calor excessivo. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

Figura 2.6 – Mapa municipal da amplitude média (HWA) das ondas de calor no período de 1998-2015.

Em média, os municípios de clima tropical e semiárido são aqueles com maior incidência de dias excessivamente quentes, nos eventos de ondas de calor mais quentes do período de análise. Nesses municípios, a medida de HWA superou valores de $30^{\circ}C^2$, muito próximas daquelas observadas na Austrália, por Perkins e Alexander (2013). A partir das constatações desses autores, nota-se que os mais elevados picos de calor são observados em municípios do Tocantins, e os menores em Santa Catarina. Vale ressaltar que essa medida não foi tão elevada em municípios que já apresentam valores de temperatura média e máxima diárias muito elevadas.

Resultados ainda mais detalhados desses indicadores, para os municípios brasileiros, estão dispostos numa sequência de mapas das figuras B.2 a B.13 do apêndice B. Esses

mapas permitem analisar a dispersão geográfica das ondas de calor, quanto as suas características, ao longo dos anos de 1998 a 2015. Em cada uma dessas figuras, os resultados estaduais foram mapeados e anexados como análises complementares.

2.6 Conclusão

O objetivo central deste capítulo foi analisar a incidência, duração, frequência e amplitude das ondas de calor no Brasil, no período de 1998-2015. De acordo com a literatura climatológica, foram definidos e calculados índices de calor excessivo capazes de identificar a formação diária de eventos de calor nos municípios brasileiros. A partir desses índices, indicadores anuais de HWN, HWD, HWF e HWA foram computados para cada um dos municípios do país.

Os resultados sugerem que no Brasil, assim como em outros países, os eventos de ondas de calor tem sido mais frequentes, mais longos e também mais intensos, principalmente nos anos conjugados com a manifestação de outros eventos climáticos, como o El Niño. Além disso, picos de calor atípicos foram verificados nos dias mais quentes das ondas de calor mais intensas, em municípios de clima tropical e semiárido.

Os indicadores sugerem ainda uma heterogeneidade espacial dessas características das ondas de calor no Brasil, sendo elas mais evidentes em alguns estados e municípios. Os estados da região Centro-oeste foram aqueles que apresentaram a maior incidência de eventos de calor extremo, bem como as ondas de calor mais longas. Apesar dos municípios da região Nordeste apresentarem as mais elevadas temperaturas médias diárias, foram aqueles com menor formação de ondas de calor.

As implicações dessa maior incidência de ondas calor nos últimos anos pode estar relacionada a aumentos da taxa de mortalidade e morbidade de algumas doenças, reduções da produção agrícola, e, até mesmo, no aumento do consumo de energia elétrica, além de outros efeitos. Nesse contexto, o desconforto térmico tem afetado bastante as atividades cotidianas dos brasileiros, principalmente daqueles residentes em grandes centros urbanos.

Exatamente por essas questões, faz-se necessário o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a identificação e o monitoramento desses eventos de ondas calor. A partir desses apontamentos alguns mecanismos podem ser elaborados para auxiliar nos processos de prevenção e mitigação do calor extremo, junto da sociedade. O principal deles é a constituição de programas ou sistemas de alerta climático em cidades reconhecidamente afetadas por esses eventos. No Brasil, essa já é uma experiência desenvolvida na cidade do Rio de Janeiro, a partir de um programa denominado como *Rio Resiliente*. Esse programa estabeleceu centros de apoio em pontos estratégicos do Rio de Janeiro, principalmente áreas extremamente vulneráveis a chuvas fortes, como áreas serranas e com encostas. Os sistemas de alerta funcionam por meio de mensagens em aparelhos celulares e por avisos em carros credenciados ao programa.

A partir dessas experiências, políticas para sistemas de alerta podem ser elaboradas em centros urbanos de rápido desenvolvimento, em especial aqueles situados em regiões com alguma vulnerabilidade climática. Os centros de apoio podem ter atuação mais abrangente, identificando e monitorando diversos eventos climáticos, além das ondas de calor. Esses locais podem difundir e popularizar conhecimentos climáticos, principalmente dos riscos e consequências de eventos extremos. Sendo assim, uma vez reconhecidas as áreas e/ou cidades mais afetadas, suas populações mais vulneráveis, esses centros poderiam servir como locais de apoio a população, no sentido de abrigá-las e funcionarem como depósitos de doativos, em casos de catástrofes naturais.

Em consideração ao aumento do número de ondas de calor mais severas no Brasil, o bem-estar da população economicamente mais vulnerável pode estar comprometido. Nesse intuito, os capítulos 3 e 4 desta tese buscam investigar quais as reverberações dessas ondas de calor identificadas e mapeadas sobre a saúde dos brasileiros.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, L. V. et al.. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal Geophysics Resources*. V. 111 , p. 1-18, 2006.

ALEXANDER, L. V.; ARBLASTER, J. M. Assessing trends in observed and modelled climate extremes over Austrália in relation to future projections. *International Journal of Climatology*, v. 29, n.3, p. 417-435, 2009. Acesso em: out. 2015.

AMS – American Meteorological Society. *Glossary of Meteorology*. Boston, 2015. Disponível em: <https://www2.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/glossary-of-meteorology> / Acesso em: out. 2015.

BALAFOUTIS, J.; MAKROGIANNIS, T. J. Analysis of Heat Wave Phenomenon over Greece and It's Implications for Tourism and Recreation. *Journal of Climatology*, v. 10, p. 505-17, 2014.

CIRINO, P. H. A. Eventos Climáticos Extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade agrícola das regiões nordeste e sul do Brasil. Dissertação apresentada para obtenção do Mestrado no Programa de Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa, 2012.

CHAUDHURY, S. K. et al. Impact of Heat Waves over India. *Current Science*. V. 79, n. 2, 2000.

CHOI, G. Y., CHOI, J. N., KNOW, H. J. The impact of high apparent temperature on the increase of summertime disease-related mortality in Seoul: 1991-2000. *Journal Preventive Medicine Health*, ed. 38, p. 328-290, 2005.

COLLINS, D. A. et a. Trends in annual frequencies of extremes temperature events in Australia. *Australian Meteorology*. V. 49, p. 277-292, 2000.

CONFALONIERI, U. E . C., MENNE, B. Human Health. *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University, p. 213-236. Cambridge, 2007.

CURRIERO, F. C.; PATZ, J. A.; ROSE, J. B. The Association Between Extreme Precipitation and Waterborne Disease Outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, v. 91, n. 8, p. 1194-1999, 2002.

D'LPPOLITI, D. et al.– The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT Project. *Environmental Health*. V.9, ed. 37, p. 2-9, 2010.

DELLA-MARTA, P. M. et al. Summer heat waves over western europe 1880-2003, their relationship to large-scale forcings and predicitability, *Climate Dynamics*, v. 29, p. 251-275, 2007.

DING, T.; QIAN, W.; YAN, Z. Changes in hot days and heat waves in China during 1961–2007. *International Journal of Climatology*. V.30, p. 1452-1462, 2010.

FIALHO, E. S. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. *ACTA Geográfica*, ed. especial *Climatologia Geográfica*, p. 61-76. Boa vista, 2012.

FISCHER, E. M.; SCHÄR, C. Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves, *National Geoscience*. vol. 3, no. 6, pp. 398–403, 2010.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: mai. 2016

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/mapaEstacoes>. Acesso em: out. 2015.

IPCC - International Panel on Clime Change, 2013. *Climate Change 2013: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC, 104 p., 2013.

KEGGENHOFF, I.; ELIZBARASHVILI, M.; KING, L. Heat Wave Events over Georgia Since 1961: climatology, changes and severity. *Climate*, v. 3, p. 308-328, 2015.

KUGLITSCH, F.G.; TORETI, A.; XOPLAKI, F. E.; DELLA-MARTA, P.M., LUTERBACHER, J.; WANNER, H. Homogenization of daily maximum temperature series in the Mediterranean. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. V.114, p.1984–2012, 2009.

Li, D.; BOU-ZEID, E. Synergistic Interactions between Urban Heat islands and Heat Waves: the impact in cities is larger than the sum of its parts. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*. V. 52, p. 2051-2064, 2013.

LOWE, R. et al. The development of an earlier warning system for climate-sensitive disease risk with a focus on dengue epidemics in Southeast Brazil. *Statistics in medicine*, 2012.

MARENGO, J. A. et al. Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), Secretaria de Biodiversidade e Florestas (SBF), Diretoria de Conservação da Biodiversidade (DCBio), 2007. 50 p.

MEEHL, G.; TEBALDI, C. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. *Science*, v. 305, n. 5686, p. 994-997, 2004.

MURARI, K. K.; SAHANA, A. S.; DALY, E.; GHOSH, S. The influence of the El Niño Southern Oscillation on heat waves in India. *Meteorological Applications*. N. 23, p. 705-713, 2016.

NAIRN, J.; FAWCETT, R.; RAY, D. Defining and predicting excessive heat events, a National System. *Understanding High Impact Weather, CAWCR Modelling Workshop*. Melbourne, Australia, 2009.

Nairn, J.R.; Fawcett, R.J.B. The Excess Heat Factor: A Metric for Heatwave Intensity and Its Use in Classifying Heatwave Severity. *International Journal of Environmental Resources. Public Health*, 12, 227–253, 2013.

NICHOLLS, N.; SKINNER, C.; LOUGHNAN, M. E.; TAPPER. A simple heat alert system for Melbourne, Australia. *International Journal Environmental Biometeorology*, p.17-34, 2008.

PERKINS, S. E. and L. V. ALEXANDER. On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26, 4500-4517, 2013.

PEZZA, A.; BOSCHAT, G.; SADLER, K. More frequent, longer, and Hotter Heat Waves for Australia in the Twenty-First Century. *Journal of Climate*, 27, 5851-5871, 2012.

POUMADERE, M. et al. The 2003 Heat Wave in France: Dangerous Climate Change Here and Now. *Risk Analysis*, v. 25, n. 6, 2005.

PWC - Price Water House Coopers Australia. *Protecting Human Health and Safety during Severe and Extreme Heat Events: A National Framework*. PwC Australia. Canberra-Australia, 2011.

RAHMSTORF, S.; COUMOU, D. Increase of extreme events in a warming world. *PNAS*, v.108, n. 44, pg. 17905-17909, 2011. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/108/44/17905.full.pdf> Acesso em: jun. 2015.

RMCO – Rocky Mountain Climate Organization. *Extreme Heat in Fort Collins*. V. 1, p. 1 – 19, 2014.

Vasquez- Aguirre, J. L.; Jones, P. D. *Climate Variability and Changes in the Climate Extremes of Mexico as detected from the global to the local scale*. Climate Research Unit, 2008.

WENG, Q.; Lu, D.; Schubring, J. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, v. 89, n. 4, p. 467-483, Feb. 2004.

WMO – World Meteorological Organization. *Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2012)*. Université Catholique de Louvain, 2014.

2.7 APÊNDICE A

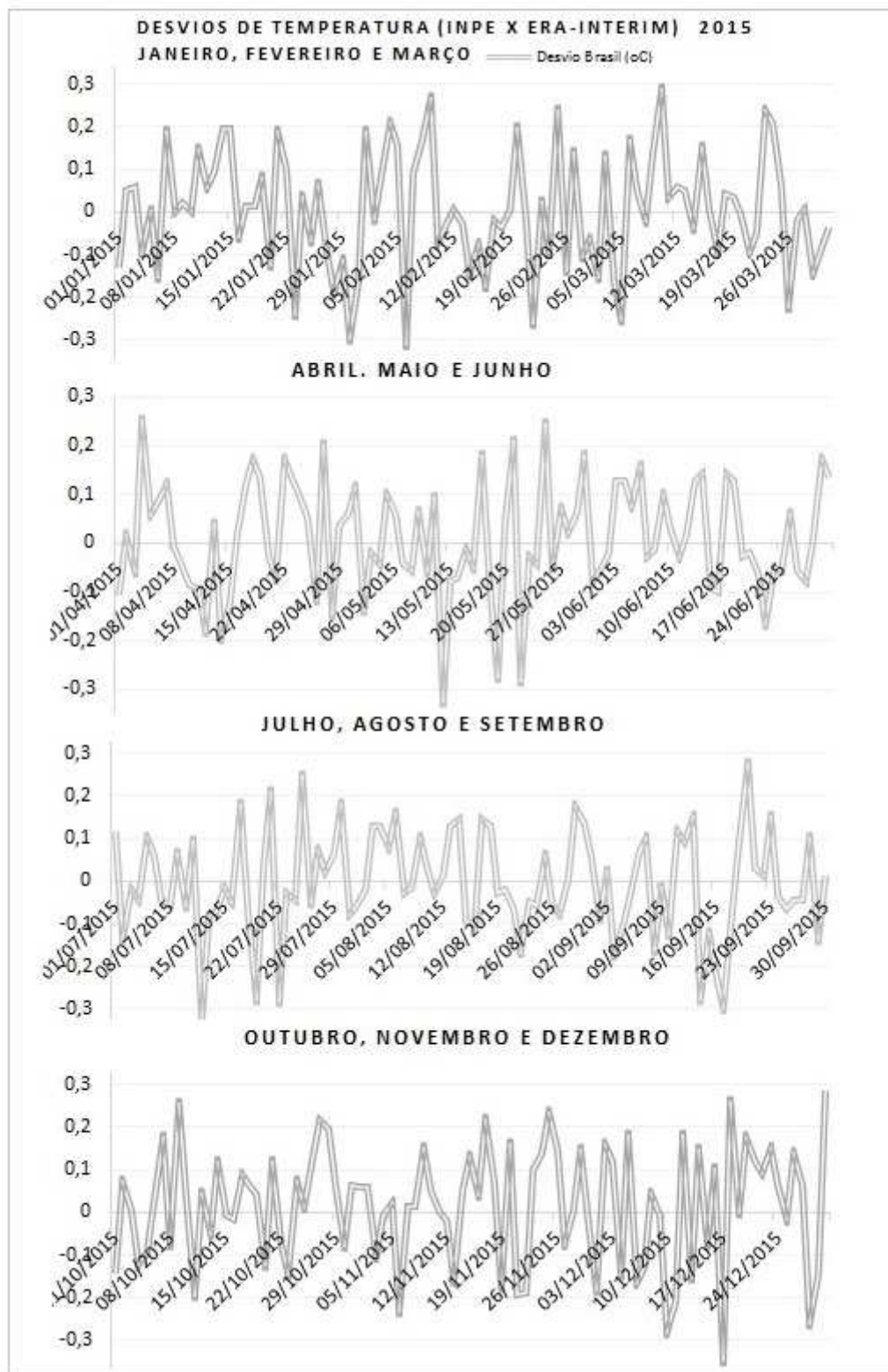
Estatísticas Descritivas

Tabela A.1 – Temperaturas médias e máximas dos estados brasileiros, 1998-2015.

<i>UF/Região</i>	<i>Capital/Interior</i>	<i>Temperatura média 1998-2015</i>	<i>Temperatura Máxima 1998-2015</i>
Região Norte		25,6	39,7
RO	Porto Velho	25,6	40,9
	Interior	24,8	39,2
AC	Rio Branco	24,8	39,8
	Interior	23,9	39,2
AM	Manaus	26,7	39,1
	Interior	26,1	39,7
RR	Boa Vista	27,4	42,0
	Interior	26,5	39,6
PA	Belém	25,9	37,3
	Interior	25,1	37,5
AP	Macapá	26,6	39,6
	Interior	25,8	39,1
TO	Palmas	25,0	41,9
	Interior	24,2	40,2
Região Nordeste		26,0	36,8
MA	São Luís	26,1	37,2
	Interior	25,4	37,1
PI	Teresina	27,1	41,1
	Interior	26,4	39,5
CE	Fortaleza	26,6	37,5
	Interior	27,2	36,7
RN	Natal	26,0	34,0
	Interior	25,5	35,4
PB	João Pessoa	26,1	34,8
	Interior	25,6	36,2
PE	Recife	25,5	35,1
	Interior	24,9	36,6
AL	Maceió	24,8	36,8
	Interior	25,1	37,3
SE	Aracaju	26,0	35,3
	Interior	27,2	36,0
BA	Salvador	25,4	37,3
	Interior	26,6	38,6
Região Sudeste		22,5	38,9
MG	Belo Horizonte	21,1	37,4
	Interior	22,6	38,5
ES	Vitória	24,2	39,6
	Interior	24,6	39,2
RJ	Rio de Janeiro	23,8	42,0
	Interior	22,9	38,2
SP	São Paulo	19,2	37,8
	Interior	21,3	38,6
Região Sul		18,5	37,5
PR	Curitiba	16,8	35,2
	Interior	15,5	34,7
SC	Florianópolis	20,4	38,8
	Interior	19,2	36,8
RS	Porto Alegre	19,5	40,6
	Interior	19,6	38,7
Região Centro-Oeste		23,6	39,6
MS	Campo Grande	22,8	39,7
	Interior	24,8	39,3
MT	Cuiabá	25,8	42,3
	Interior	25,5	40,3
GO	Goiânia	23,2	40,7
	Interior	24,6	41,1
DF	Brasília	20,6	36,4
	Interior	21,2	37,0

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A temperatura máxima refere-se a mais elevada temperatura observada no período de 1998 a 2015, e a temperatura média são valores médios municipais para o mesmo período. Todos os valores são expressos em °C.



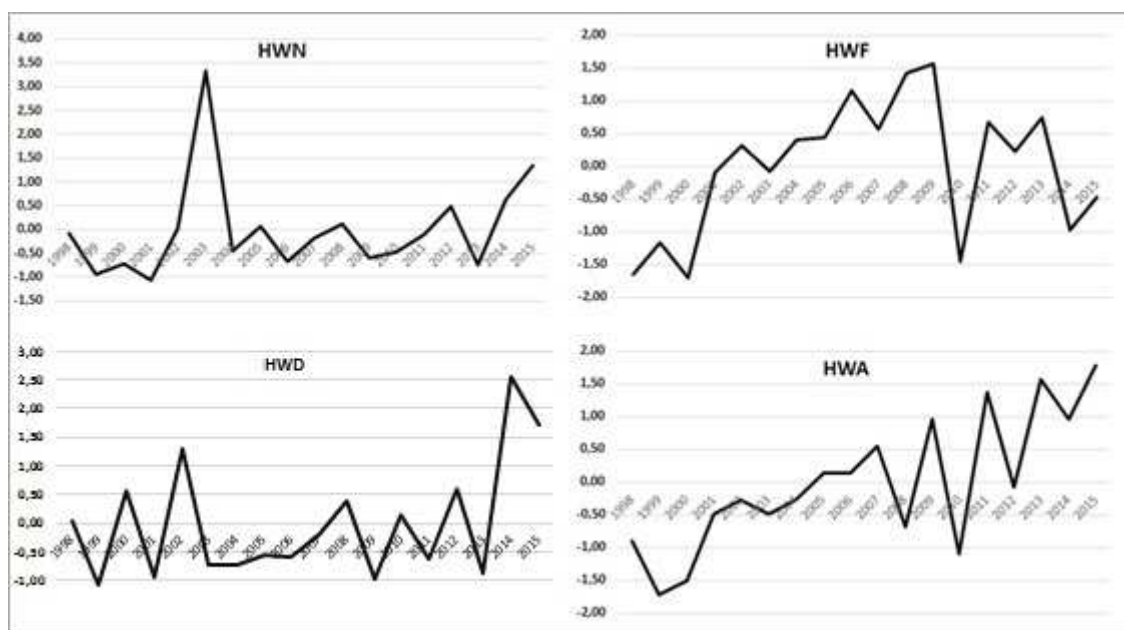
Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: As séries representam a diferença entre as temperaturas observadas (INPE) e as temperaturas simuladas pelo modelo de reanálise ERA-Interim, em (°C). São valores diários para o ano de 2015.

Figura A.1 - Gráficos das diferenças de temperatura entre dados observacionais e de reanálise.

2.8 APÊNDICE B

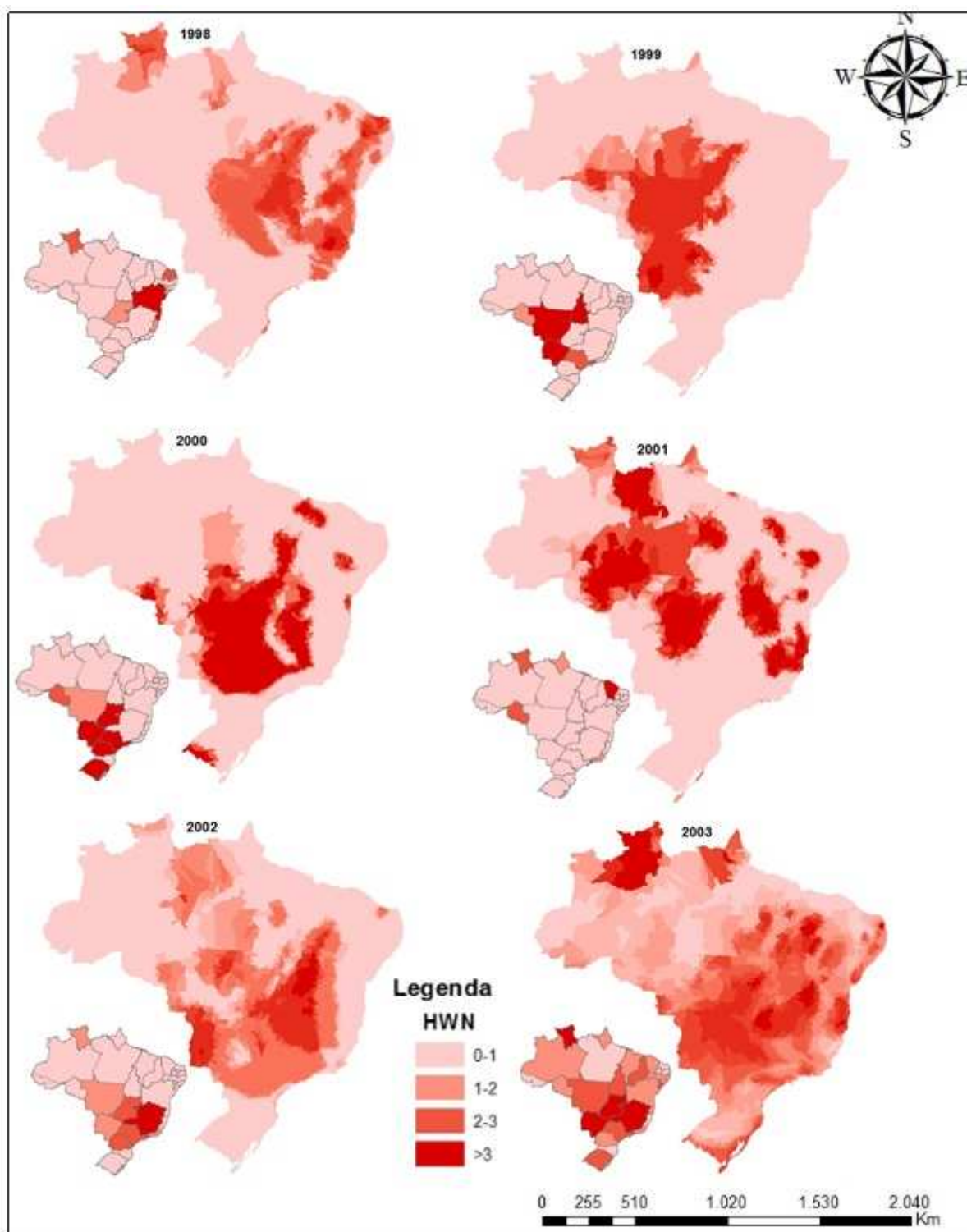
Resultados Complementares



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: Todas as medidas expostas nos gráficos referem-se a escores padronizados dos valores médios anuais para todos os municípios brasileiros. As curvas plotadas nos gráficos demonstram a evolução dos indicadores que caracterizam as ondas de calor, levando em consideração tanto seu comportamento médio quanto seus aspectos de variabilidade.

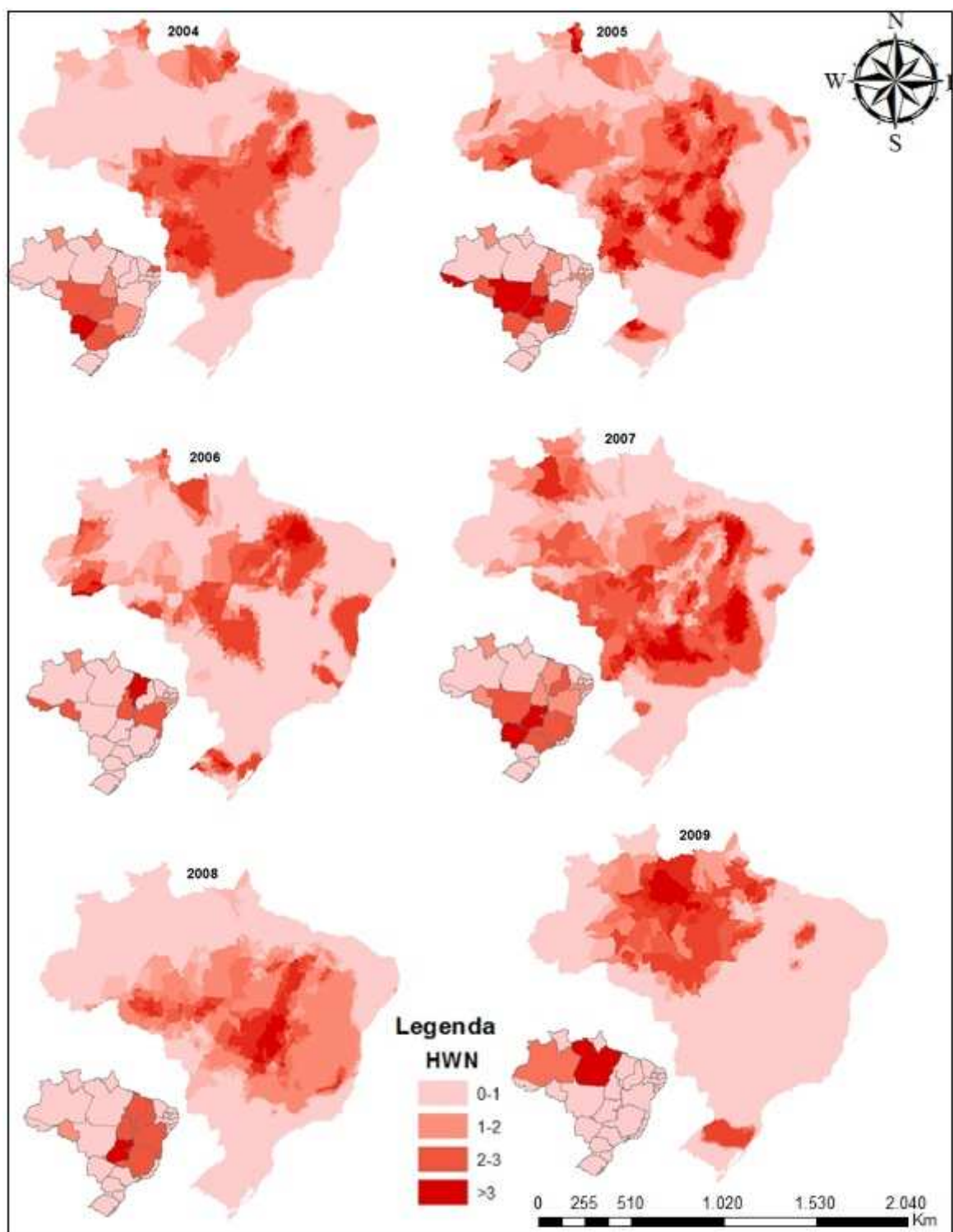
Figura B.1 - Indicadores Padronizados de Ondas de Calor para o Brasil, no período de 1998 a 2015



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: O HWN é o número médio de ondas de calor registradas em um município. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

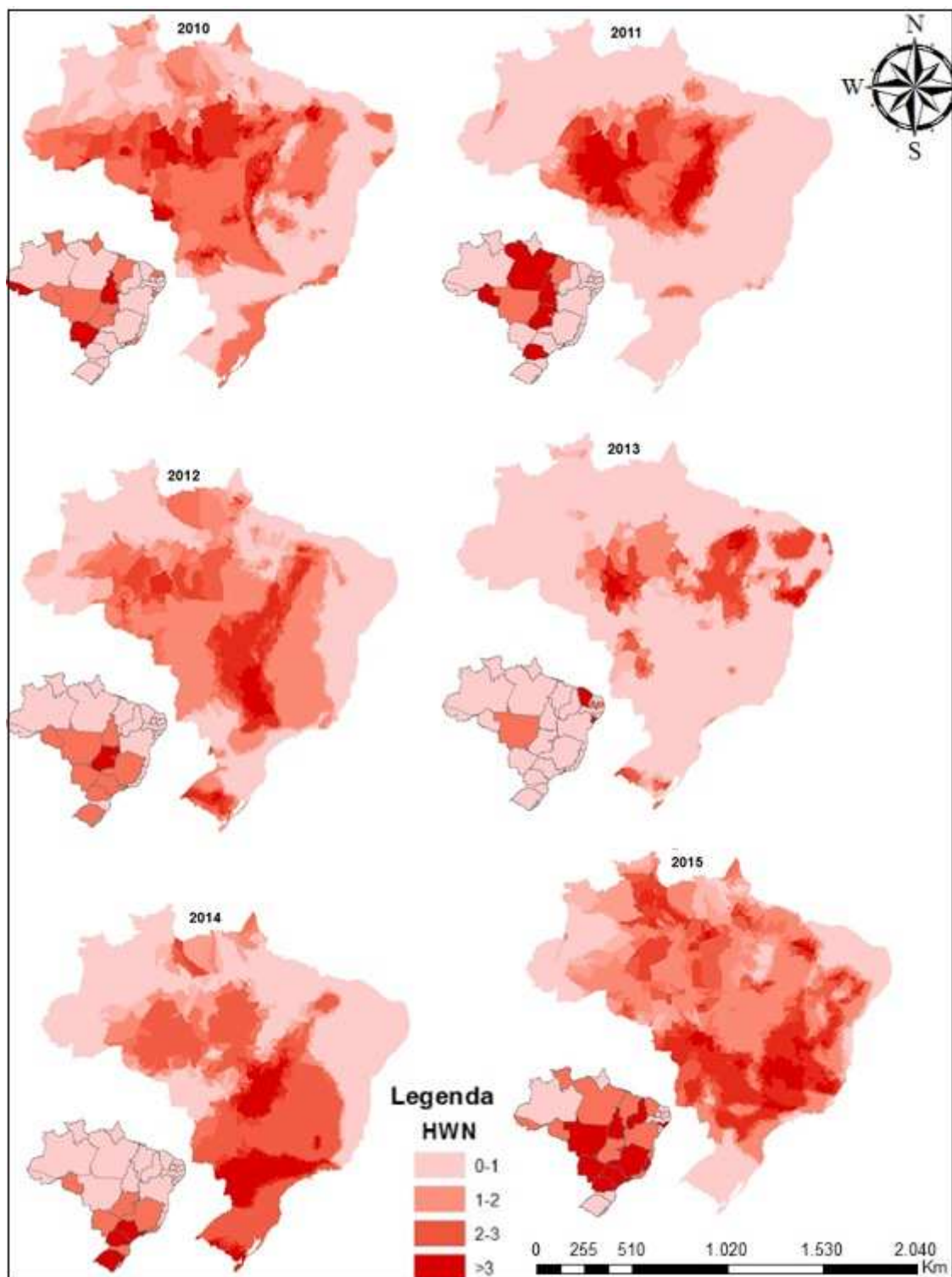
Figura B.2 – Mapa municipal do número médio (HWN) de ondas de calor, no período de 1998-2003.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: O HWN é o número médio de ondas de calor registradas em um município. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

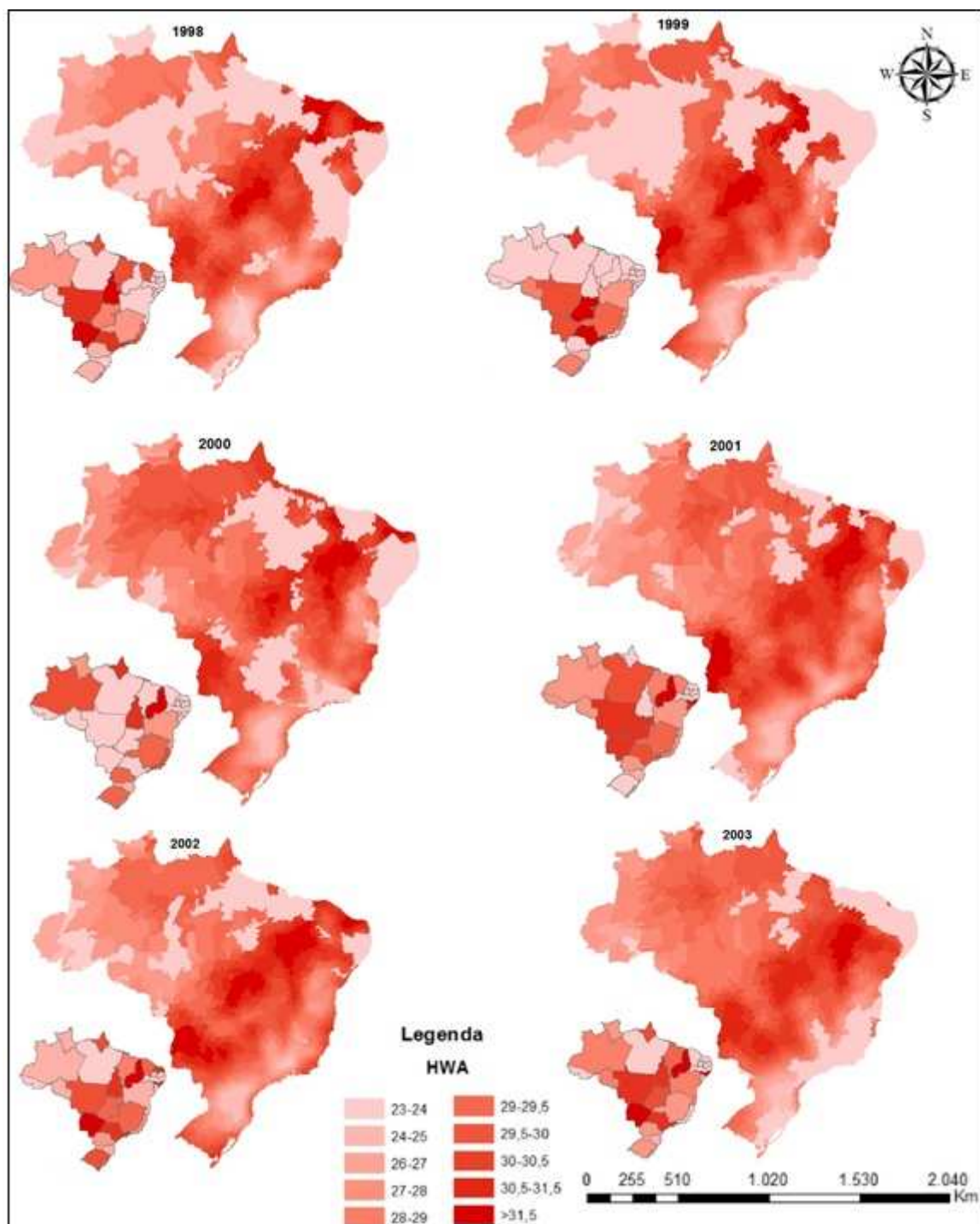
Figura B.3 – Mapa municipal do número médio (HWN) de ondas de calor, no período de 2003-2009.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: O HWN é o número médio de ondas de calor registradas em um município. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

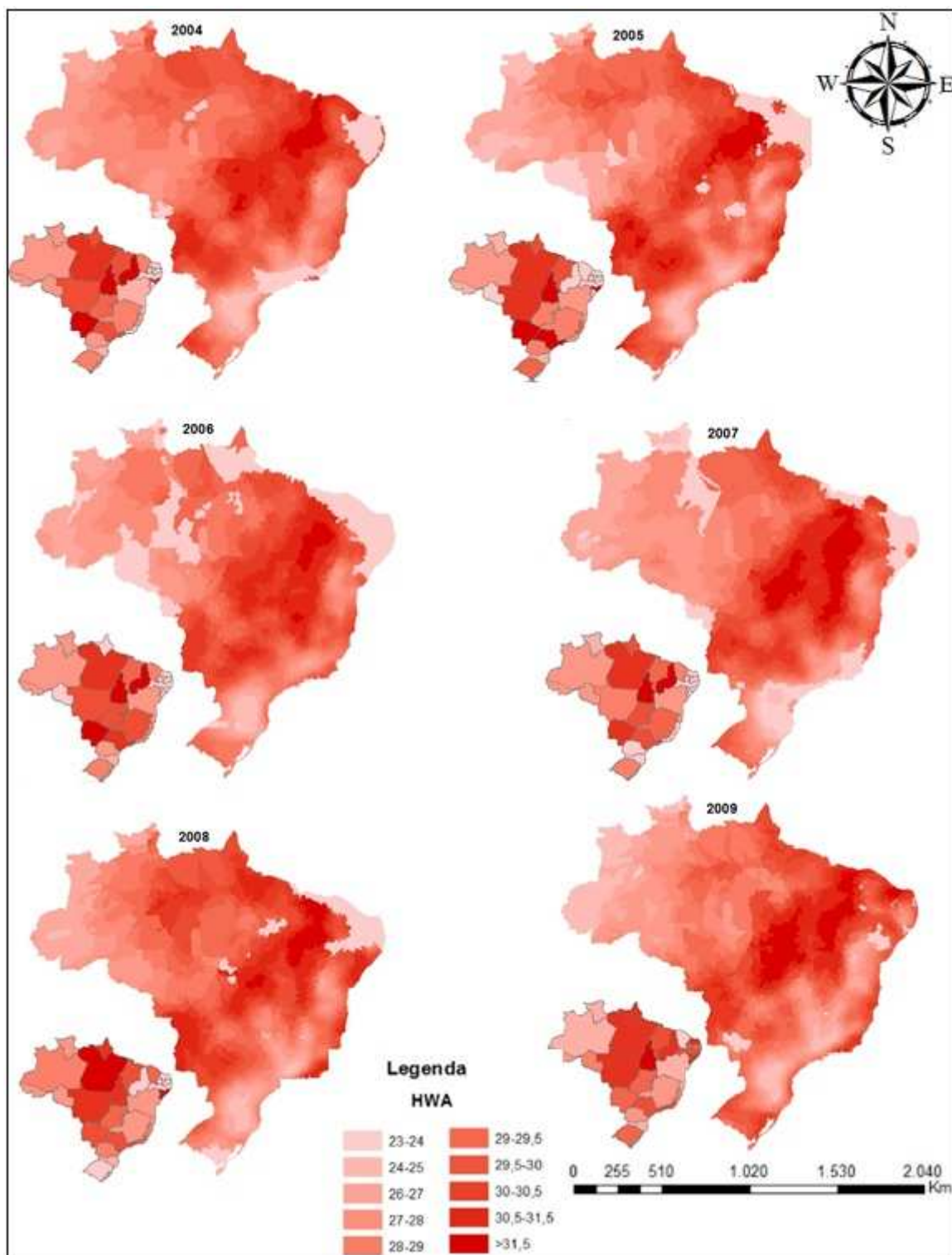
Figura B.4 – Mapa municipal do número médio (HWN) de ondas de calor, no período de 2009-2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A amplitude de uma onda de calor é média em °C2, a partir da combinação dos indicadores de calor excessivo. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita.

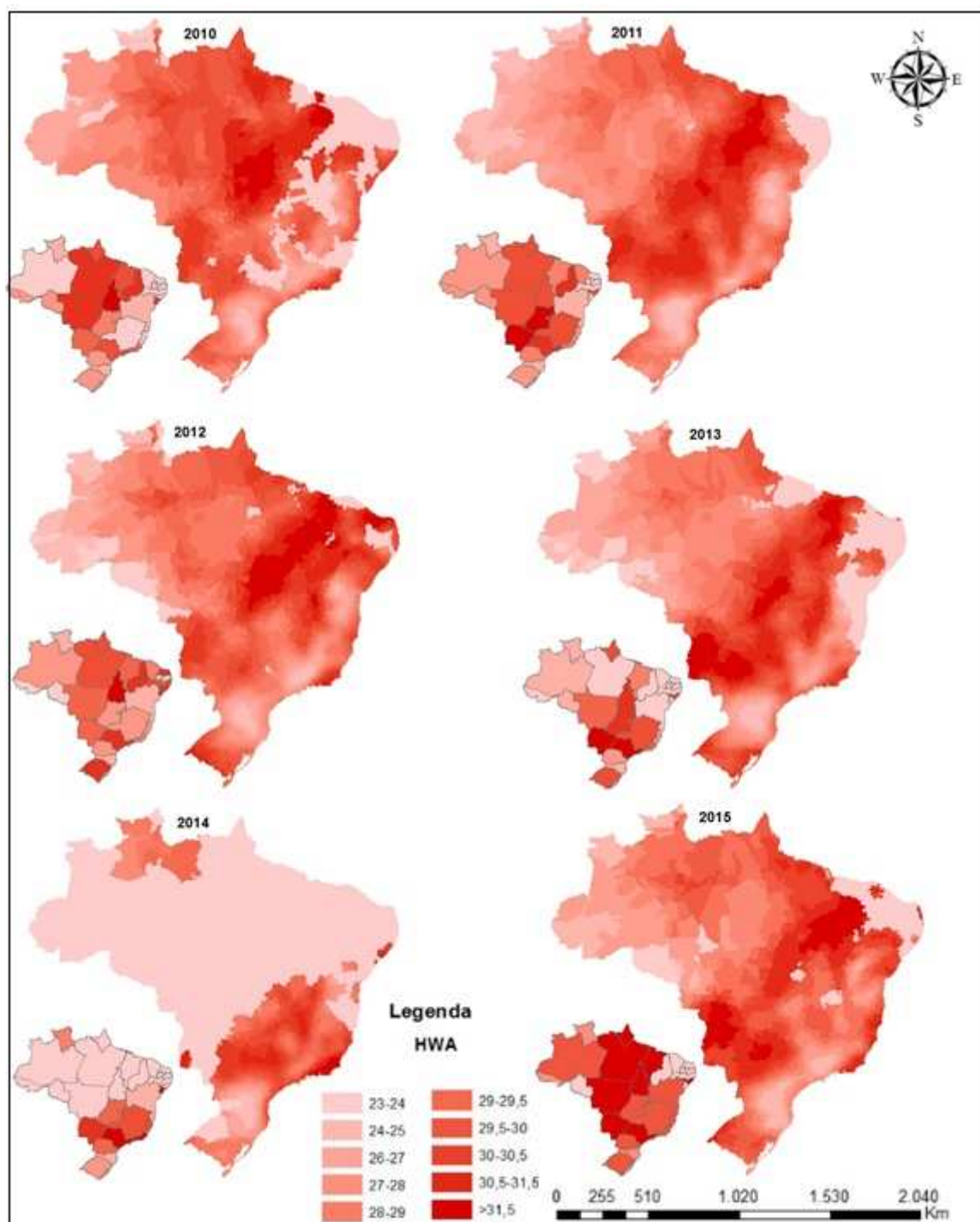
Figura B.5 – Mapa municipal da amplitude média (HWA) das ondas de calor no período de 1998-2003.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A amplitude de uma onda de calor é média em $^{\circ}\text{C}^2$, a partir da combinação dos indicadores de calor excessivo. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

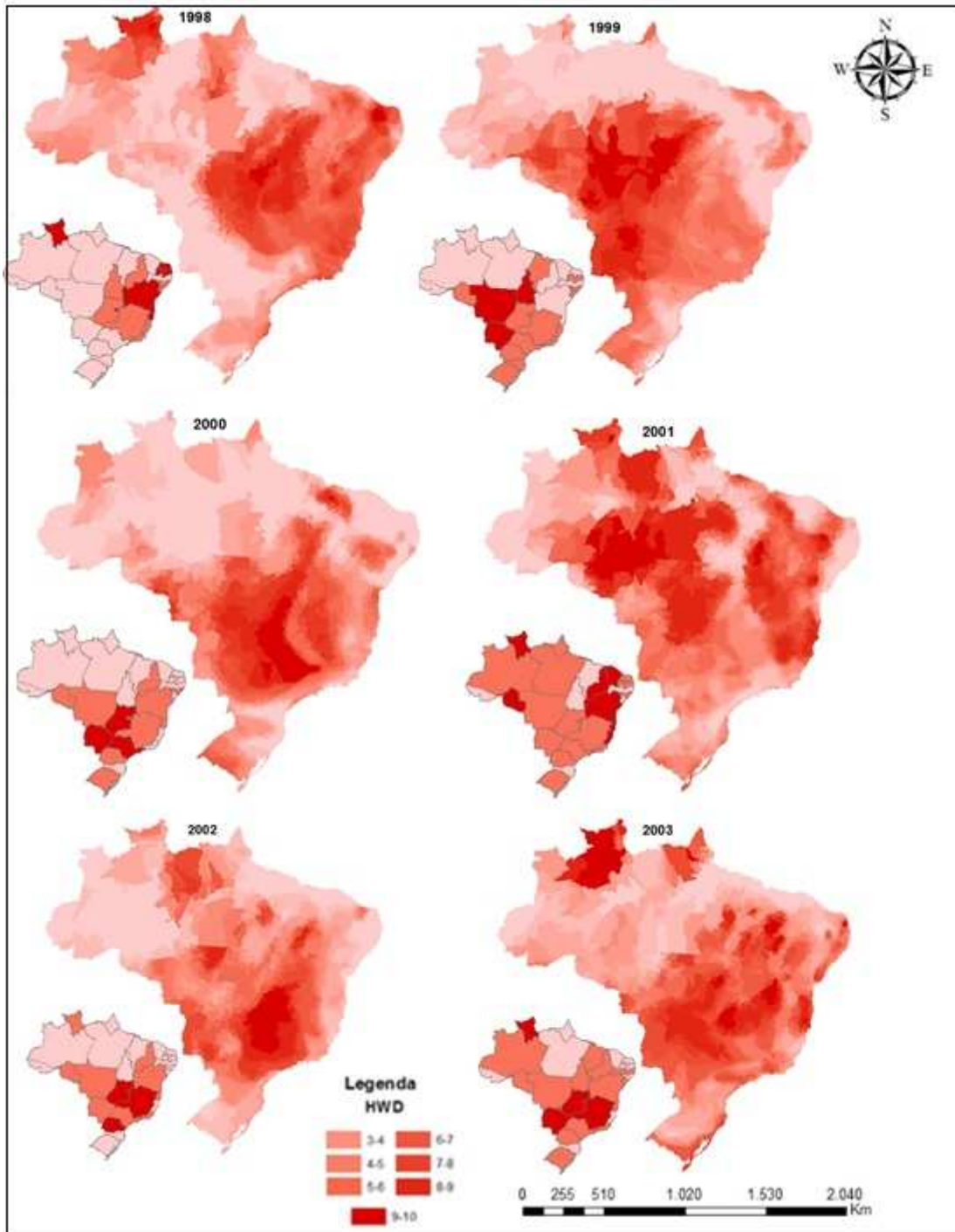
Figura B.6 – Mapa municipal da amplitude média (HWA) das ondas de calor no período de 2004-2009.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A amplitude de uma onda de calor é média em °C2, a partir da combinação dos indicadores de calor excessivo. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

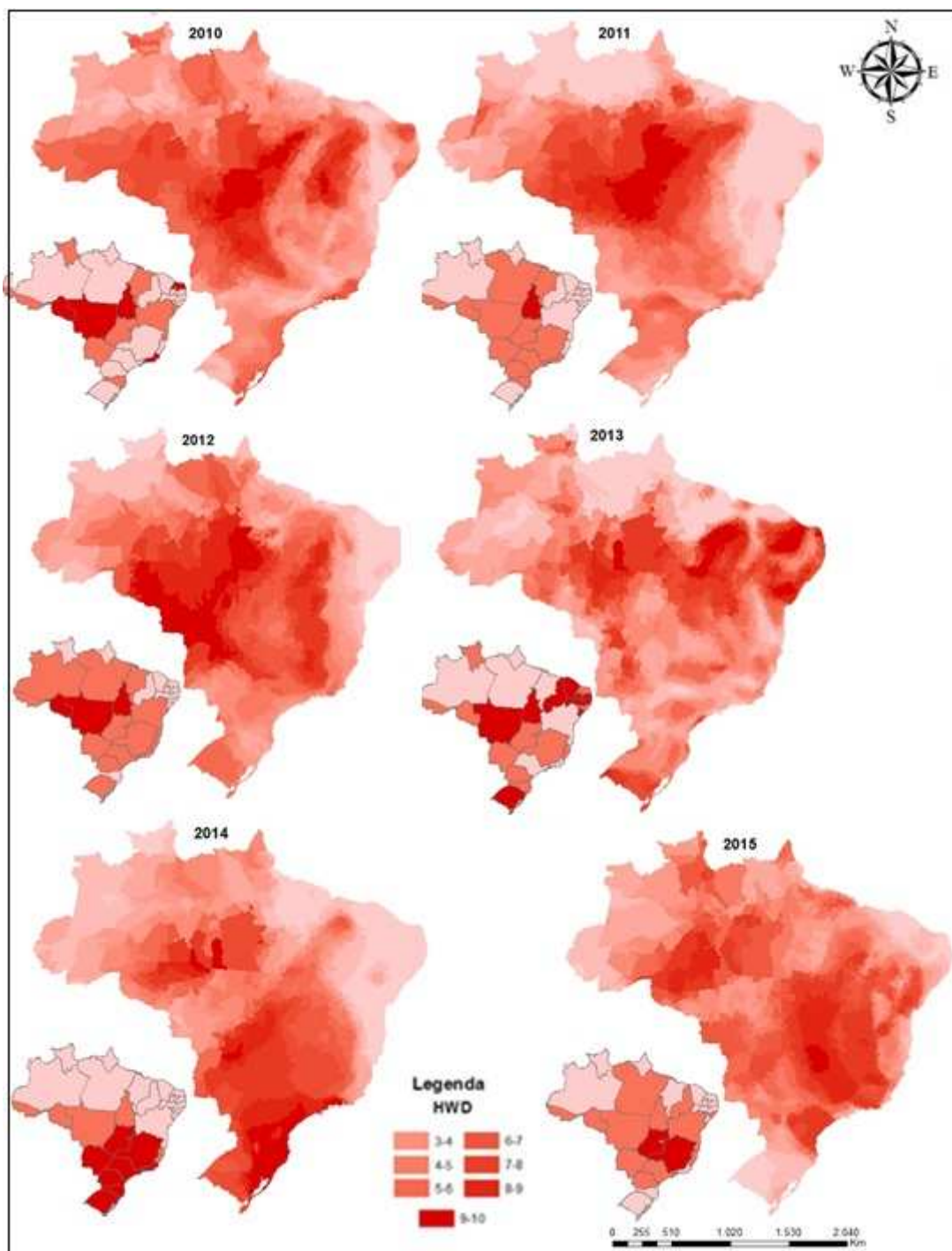
Figura B.7 – Mapa municipal da amplitude média (HWA) das ondas de calor no período de 2010-2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A duração de uma onda de calor é média em dias, a partir do momento que os índices de calor excessivo são persistentes por três dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

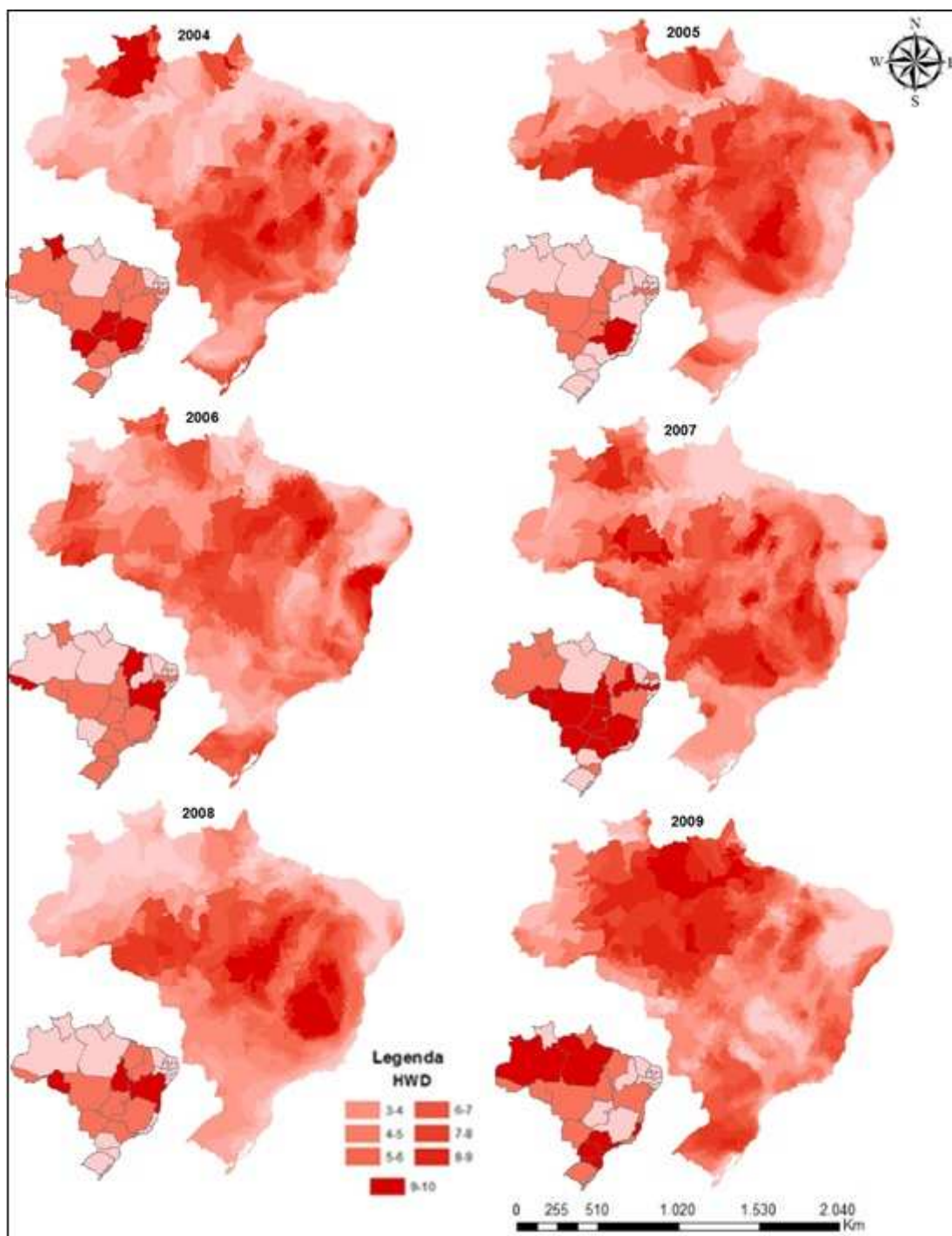
Figura B.8 – Mapa municipal da duração média (HWD) das ondas de calor, no período de 1998-2003.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A duração de uma onda de calor é média em dias, a partir do momento que os índices de calor excessivo são persistentes por três dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

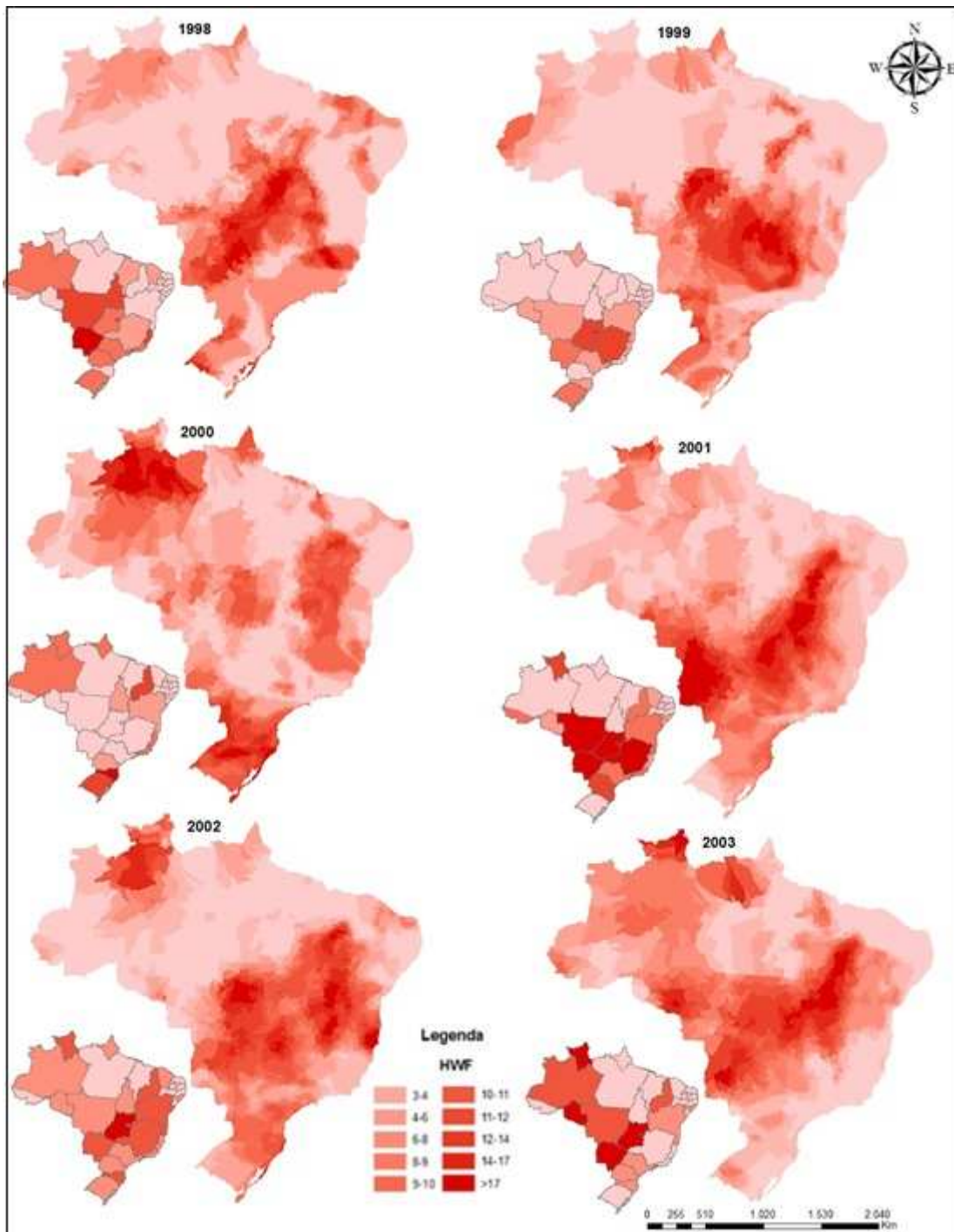
Figura B.9 – Mapa municipal da duração média (HWD) das ondas de calor, no período de 2004-2009.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A duração de uma onda de calor é média em dias, a partir do momento que os índices de calor excessivo são persistentes por três dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

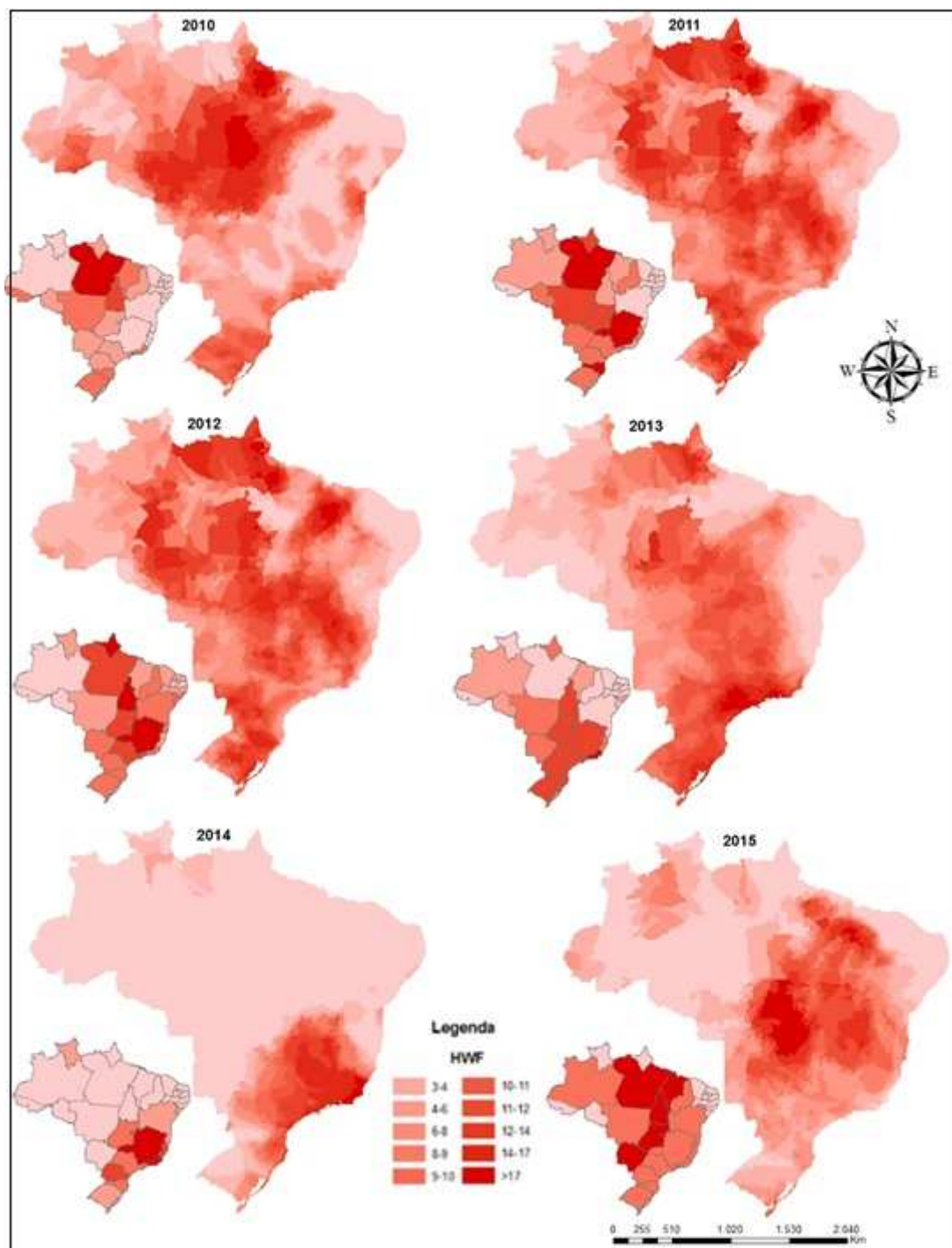
Figura B.10 – Mapa municipal da duração média (HWD) das ondas de calor, no período de 2010-2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A frequência de uma onda de calor é média em dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

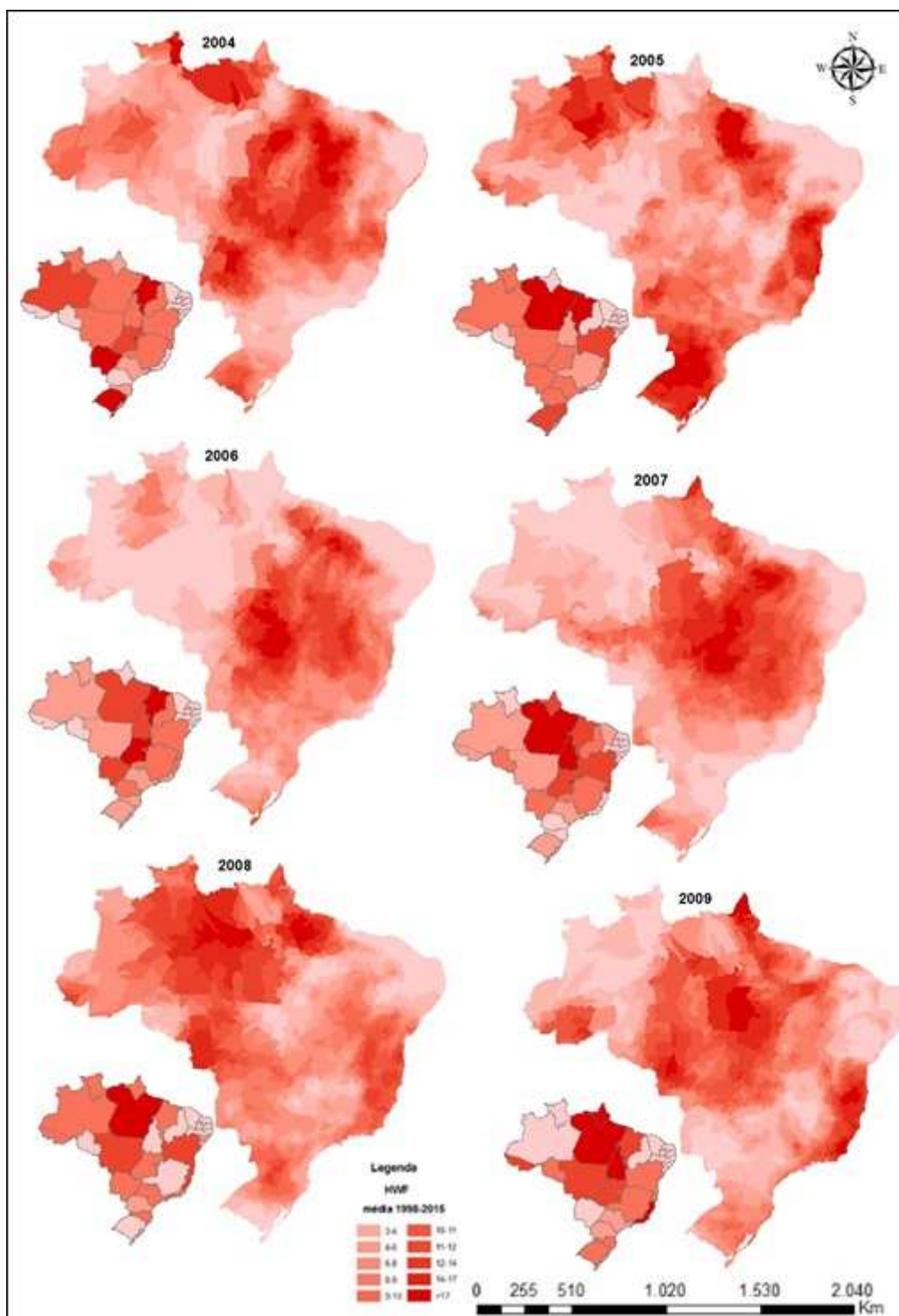
Figura B.11 – Mapa municipal da frequência média (HWF) das ondas de calor, no período de 2004-2009.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A frequência de uma onda de calor é média em dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

Figura B.12 – Mapa municipal da frequência média (HWF) das ondas de calor, no período de 2010-2015.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: A frequência de uma onda de calor é média em dias. Dessa forma, essa medida sempre será superior a 3 dias. Os resultados ilustrados no mapa municipal foram dimensionados em médias estaduais, conforme o mapa auxiliar na parte superior a direita. Vale ressaltar que os dois mapas seguem a mesma legenda.

Figura B.13 – Mapa municipal da frequência média (HWF) das ondas de calor, no período de 2010-2015.

3 Efeitos das Ondas de Calor sobre a Saúde Humana no Brasil

3.1 Introdução

Em períodos recentes, conforme a discussão dos capítulos anteriores, a frequência e a intensidade de eventos climáticos extremos tem aumentado, especialmente das ondas de calor. De acordo com a WMO (2013), de quase nove mil eventos climáticos extremos registrados em todo o mundo nas últimas quatro décadas, cerca de 80% deles são ocorrência de tempestades, inundações e ondas de calor, representando aproximadamente 50% das mortes e 80% dos danos econômicos. A mesma instituição ainda ressalta que, em termos de vida humana, as secas no continente africano e as ondas de calor na Europa e América Latina são consideradas um dos fenômenos climáticos mais devastadores. Sobre a geografia desses eventos extremos, ressalta-se que existem evidências meteorológicas da predominância de secas na África, tempestades e inundações na Ásia, ciclones tropicais no Sudeste Asiático e Oceania, furacões no Caribe e América do Norte, extremos de temperatura e inundações no continente Sul Americano.

A WMO (2013) ainda avaliou que, desde 1970, inúmeros são os casos de morte, diretamente pelas catástrofes e indiretamente pela elevada vulnerabilidade humana a epidemias e doenças (Alves e Belluzo, 2004). Em uma de suas publicações sistematizou os danos ao longo de quatro décadas, do período de 1970 a 2012, e, segundo a instituição, nesse período foram catalogados 8.835 eventos climáticos extremos que resultaram em prejuízos econômicos em torno de 2,4 trilhões de dólares e quase dois milhões de pessoas mortas (WMO, 2013). Países com grande extensão geográfica e que apresentam diversos tipos de clima, como é o caso do Brasil, são bastante vulneráveis a eventos climáticos extremos. O Inmet (2015) aponta que, nas últimas décadas, no país tem sido registrada uma média de um desastre climático por dia.

As ondas de calor podem ser consideradas como um desses eventos extremos mais importantes, quando computados os seus danos à vida humana e suas decorrentes perdas econômicas. Para os países europeus, para Austrália e para os Estados Unidos,

já existem constatações empíricas de que o número de ondas de calor aumentou nas últimas décadas, e, dentre as suas principais consequências, evidenciam-se aquelas sobre as taxas de mortalidade (Deschênes e Moretti, 2009; Hajat et al., 2002; Kunst et al., 1994; Guest et al., 1999). Além desses efeitos, destacam-se outros, como danos a infraestrutura de distribuição de eletricidade e sistemas de transporte, e, quando o calor extremo é acompanhado de dias secos, nota-se um aumento na incidência de incêndios florestais (Franco e Sanstad, 2006; Bento-Gonçalves et al., 2012).

Os motivos da ocorrência de ondas de calor são diversos, alguns atribuem o calor extremo como parte de um ciclo climático, enquanto outros os conferem ao processo de aquecimento global (Ando et al., 2004). Um importante argumento de que as causas não se limitam as mudanças climáticas é que alguns municípios de clima mais ameno, nos meses de inverno, passam por ondas de frio. Tanto as causas como os efeitos das ondas de calor e frio são pouco documentados na literatura estrangeira, e, para o Brasil, embora existam indícios da ocorrência desses fenômenos, não há nenhuma constatação empírica, tampouco algum consenso das causas.

Historicamente, de acordo com informações do Inmet (2015), a mais rigorosa onda de calor observada no Brasil foi na cidade do Rio de Janeiro, em 1984. Nessa ocasião, os termômetros registraram em média 43,2 °C durante um período superior a três dias. Ainda, conforme o Instituto, ocasionado pela intensa emissão de poluentes atmosféricos, foi notado uma considerável elevação de temperatura na cidade de São Paulo. Adicionado a isso, discute-se ainda se existe alguma relação entre a intensificação dos períodos de seca e possíveis registros de ondas de calor, no nordeste brasileiro. Ademais, o registro de ondas de calor no Brasil não se detém apenas as regiões mais próximas da faixa equatorial, eles se estendem também aos municípios do sul, que, em 2003, sofreram uma das mais severas ondas de calor que se há registros. Esse episódio ficou conhecido como “Inferno Gaúcho”, pois, durante uma semana, os termômetros marcaram até 39 °C em muitas cidades do Rio Grande do Sul, o que trouxe deficiências ao abastecimento de água local e consumo recorde de energia.

Além disso, em consonância aos resultados alcançados no capítulo anterior, muito

além do Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro, as principais ocorrências desses fenômenos foram verificados nos municípios da região Centro-oeste. No Distrito Federal e no estado de Goiás não foram identificados apenas os municípios com maior incidência de ondas de calor, mas também aquelas cidades em que esses eventos foram mais duradouros e intensos.

No que concerne ao Brasil, existe uma gama de estudos que revelam as relações entre o clima e a saúde humana, entretanto quase todos recaem sobre cenários de mudanças climáticas. Grande parte dos resultados preveem que mudanças nas variáveis climáticas são capazes de influenciar os indicadores de mortalidade e morbidade de doenças como dengue, leishmaniose, malária, doenças cardiovasculares e respiratórias (Lowe, 2012; Souza et al., 2013; Pereda, 2012; Mendes, 2013). Mas, pouco ainda foi apurado sobre efeitos dos fenômenos climáticos extremos sobre a saúde, bem como são desconhecidas às consequências das ondas de calor.

Apesar dessa lacuna, mas diante dessas evidências de que alterações climáticas afetam a morbi-mortalidade, a Comissão de Saúde do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) tem procurado reunir conhecimentos sobre essas inter-relações entre clima e saúde. O IPCC reconheceu três mecanismos principais através dos quais os processos climáticos podem afetar a saúde humana (Confalonneri e Menne, 2007). De acordo com os autores, esses mecanismos podem afetar os condicionantes ambientais e os processos socioeconômicos da saúde humana. Numa primeira dimensão, os efeitos climáticos ocorrem sobre a produção agrícola e os recursos hídricos, fazendo com que parcela significativa da população mundial enfrente escassez de alimento e água, com o conseqüente agravamento dos problemas relacionados à segurança alimentar e aumento do risco de doenças de veiculação hídrica. Além disso, de forma complementar a esse quadro, alterações no clima afetam ainda a ecologia de vetores de agentes infecciosos (mosquitos, por exemplo), alterando a distribuição espacial e intensidade de transmissão de doenças infecciosas endêmicas, tais como a malária e a dengue, entre outras. Numa segunda dimensão, a socioeconômica, um dos mecanismos envolve os efeitos de secas intensas e prolongadas que reduzem a produtividade agrícola,

especialmente de produtores com menores recursos técnicos e financeiros, acarretando, portanto, no aumento do êxodo rural, que, por sua vez, acaba por agravar os problemas sociais decorrentes da carência de infraestrutura urbana.

Um outro mecanismo citado por Confalonneri e Menne (2007) converge estreitamente com o tema deste trabalho, refere-se aos efeitos dos eventos climáticos extremos, considerados como capazes de afetar diretamente a fisiologia humana. Segundo Deschênes e Greenstone (2007), os sistemas de regulação da temperatura corporal permitem que os indivíduos enfrentem variações na temperatura ambiente. Quando uma pessoa se depara com temperaturas elevadas, há um aumento da frequência cardíaca, de modo que o fluxo sanguíneo do corpo para a pele aumenta, levando a respostas termorregulatórias, como suor e tremor. Em dias quentes, a necessidade de regulação da temperatura corporal impõe uma tensão adicional sobre os sistemas cardiovascular e respiratório, bem como em um aumento dos níveis de viscosidade e colesterol do sangue. Assim, o número de mortes relacionadas a doenças cardiovasculares, respiratórias e cerebrovasculares aumenta em dias de altas temperaturas (Souza et al., 2013).

Deve-se ressaltar que a magnitude dos efeitos dos três mecanismos descritos acima depende, em grande medida, de fatores intervenientes associados as características ambientais relevantes, bem como da efetividade dos sistemas de proteção social, particularmente daqueles orientados para a saúde pública. Impactos do clima sobre a saúde podem ser intensificados ou atenuados pelas características geográficas de saúde pública, na resiliência da sociedade e na sua capacidade de recuperação desses impactos.

Sobre as consequências climáticas na saúde humana, Barata e Confalonneri (2011) atentam que as atividades ligadas a vida de um indivíduo, como onde morar e trabalhar são determinantes da exposição ao risco de epidemias ou patologias. Muito além de condicionantes climáticos propícios, fatores locacionais, como condições de saneamento e infraestrutura urbana também são determinantes do perfil epidemiológico de uma população. Sendo assim, de acordo com essas ideias, os estudos que tratam desse tema associam o risco locacional, de infraestrutura, tecnológico, e, inclusive o climático, à manifestação de determinadas doenças (Barata; Confalonneri, 2011); (Souza

et al, 2013). Exatamente por isso, nessa literatura ainda foi encontrada uma outra discussão importante advinda da ocorrência desses eventos, que recai, de maneira inerente, no grau de desenvolvimento de algumas economias (Choi et al., 2005; Schultz, 2003). Acredita-se que países em desenvolvimento, como a China, a Índia e o Brasil são bastante afetados por choques climáticos de curto prazo, não só pela diversidade climática e pela grande dimensão populacional, mas também pela falta de infraestrutura e tecnologia para lidar com as consequências desses fenômenos.

Mediante as evidências de que variáveis climáticas estão associadas ao padrão de morbi-mortalidade no Brasil, somada ainda a falta de estudos sobre os efeitos de temperaturas excessivas, este capítulo dedicou-se a análise dos efeitos das ondas de calor sobre o bem-estar relacionado à saúde nos municípios brasileiros. Em específico, pretende-se:

- i* - Analisar os efeitos das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade, identificando grupos demográficos e regiões geográficas mais vulneráveis;
- ii* - Valorar economicamente as perdas de bem-estar decorrentes dos impactos das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade;

As hipóteses testadas neste estudo são que ondas de calor aumentam as taxas de mortalidade nos municípios brasileiros, bem como afetam aqueles grupos demográficos mais vulneráveis, como crianças, idosos e residentes em municípios extremamente pobres.

O capítulo está organizado da seguinte maneira. Além desta introdução, a segunda seção trata da metodologia adotada, tanto dos aspectos teóricos quanto empíricos empregados. A terceira seção apresenta discussões acerca dos resultados obtidos. Finalmente, a quinta seção resume as conclusões.

3.2 Metodologia

Nesta seção são apresentados procedimentos metodológicos, tanto teóricos quanto empíricos, que buscam estabelecer uma relação entre mortalidade e temperatura. Deschênes e Greenstone (2013) propuseram um modelo teórico que foi amplamente aplicado na literatura de economia do clima. Esse modelo foi baseado na função de produção de saúde de Grossman (2000). Todas as aplicações dessa metodologia têm analisado os efeitos de choques de temperatura sobre a mortalidade, mas, neste trabalho, o objetivo foi avaliar os efeitos das ondas de calor sobre a mortalidade.

Esta seção é dedicada ao detalhamento do modelo microeconômico básico e suas implicações, bem como os procedimentos econométricos de estimação do modelo empírico. As análises deste trabalho recairão especificamente sobre três grupos de doenças¹⁹, classificados e sistematizados pela Classificação Internacional de Doenças (CID, 2010) como: a) Doenças Infecciosas e Parasitárias; b) Doenças do Aparelho Circulatório, e; c) Doenças do Aparelho Respiratório ²⁰.

Além desses procedimentos, uma subseção se encarrega do detalhamento de todos os dados e suas respectivas fontes, tanto daqueles climáticos e de saúde humana quanto daqueles que subsidiam a medida de Valor Estatístico da Vida, cômputo utilizado para valorar os efeitos das ondas de calor sobre a mortalidade humana. Os detalhes dessa medida, bem como sua operacionalização e resultados, encontram-se descritos na subseção 3.3.3 dos resultados deste capítulo.

¹⁹Como explicado anteriormente, em dias quentes, a necessidade de regulação da temperatura corporal impõe uma tensão adicional sobre os sistemas cardiovasculares e respiratório (Souza et al., 2010). Além disso, um clima mais quente pode elevar a concentração de poluentes do ar, comprometer a qualidade da água e ainda aumentar a disseminação de vetores causadores de doenças, como o mosquito da dengue. O aumento da temperatura pode trazer doenças a outras regiões do globo que antes eram particulares a faixas tropicais, o que justifica a análise de doenças infecciosas e parasitárias.

²⁰Na tabela C.1 do Apêndice C, encontra-se um resumo das características desses grupos de doenças, como as regiões brasileiras predominantemente afetadas e também algumas descrições de doenças incluídas neles.

3.2.1 Modelo Teórico

As análises deste capítulo fundamentaram-se no modelo teórico proposto por Deschênes e Greenstone (2011). Esse modelo aplica conceitos básicos da teoria do consumidor com a finalidade de expressar o impacto de choques climáticos sobre o bem-estar, a partir do modelo de função de produção de saúde de Grossman (2000)²¹. No caso deste capítulo, o modelo foi adaptado de forma simples para evidenciar os efeitos das ondas de calor sobre o bem-estar relacionado a saúde²².

De acordo com esse modelo, define-se uma função de utilidade (U) para um consumidor representativo da economia, expressa da seguinte forma:

$$U = \mu(x_c, s) \quad (4)$$

em que $U(\cdot)$ expressa a utilidade como função do consumo de uma cesta de bens x_c e uma função de sobrevivência $s = \delta(x_H, hw)$; x_H denota o consumo de bens ou serviços privados capazes de aumentar a probabilidade de sobrevivência²³, de tal forma que $\frac{ds}{dx_H} > 0$, e; $hw = (HWN, HWD, HWF, HWA)$ contém indicadores de ondas de calor²⁴. Considera-se que o vetor hw e seus indicadores de ondas de calor influenciam a função de saúde, de tal maneira que $\frac{ds}{dhw} < 0$.

Somado a isso, no tocante a restrição orçamentária desse indivíduo representativo, ela leva em consideração a renda (R) do indivíduo e os preços dos bens da cesta

²¹No apêndice D, encontra-se detalhado o modelo de produção de saúde de Grossman. Esse modelo foi uma das primeiras formalizações da teoria do capital humano aplicada economicamente a problemas de saúde.

²²Outras aplicações deste modelo teórico, bem como fundamentações do Modelo de Grossman, podem ser encontradas na literatura brasileira em Souza et al. (2013), Mendes (2013) e Pereda et al. (2013).

²³Deschênes e Greenstone (2007) argumentam que x_H possa ser qualquer bem ou serviço privado capaz de contornar ou mitigar os efeitos do clima, tais como aparelhos de ventilação e refrigeração, planos de saúde, dentre outros. Souza et al. (2013) utilizou como *proxy*, ao considerar a capacidade adaptativa dos brasileiros, o consumo por energia elétrica. Barreca et al. (2016) argumenta que a migração também pode ser uma estratégia adaptativa.

²⁴De acordo com metodologia do capítulo II, HWN é um indicador do número de ondas de calor, enquanto HWD, HWF e HWA medem características das ondas de calor como duração, frequência e intensidade, respectivamente. Além desses indicadores, na estimação econométrica também se considera os efeitos das temperaturas médias, do nível de precipitação, umidade relativa do ar e o número de horas de sol (insolação). De acordo com Rosemberg et al. (2000), as interações entre essas variáveis climáticas podem ser favoráveis a proliferação de doenças e epidemias.

de consumo x_c , bem como o preço do bem privado x_H , 1 e ρ , respectivamente. Ao considerar um esquema de preços relativos e que o preço da cesta de consumo seja o numérico, a condição orçamentária pode ser expressa por:

$$R - x_c - \rho x_H = 0 \quad (5)$$

Nesse interim, o problema de maximização de um consumidor típico é expresso pela equação 6:

$$\max_{x_c, x_H} U[x_c, s(x_H, hw)] \quad (6)$$

$$s.a. R - x_c - \rho x_H = 0 \quad (7)$$

A formulação matemática do problema, expressa nas equações 6 e 7, recai sobre o problema microeconômico clássico de um consumidor, cujo o objetivo é maximizar sua utilidade em relação ao consumo de x_c e x_H , sujeito a uma restrição orçamentária. No equilíbrio, a solução é a razão entre as utilidades marginais Umg_{x_c} e Umg_{x_H} igual a razão entre os preços de x_c e x_H , conforme a equação 8 a seguir:

$$\frac{\frac{dU}{ds} \frac{ds}{dx_H}}{\frac{dU}{dx_c}} = \rho \quad (8)$$

A partir dessa solução, as demandas do indivíduo por bens privados x_c e bens capazes de aumentar a probabilidade de sobrevivência x_H dependem dos preços de x_H e x_c , da Renda (R) e dos indicadores hw . Ao escrever essas demandas ótimas como x_H^* e x_c^* , torna-se possível expressar uma função de utilidade indireta $V(\rho, R, hw)$, cuja definição equivale a máxima utilidade que o indivíduo pode obter, dado os preços relativos, a renda e as variáveis climáticas. Em consonância com Deschênes e Greenstone (2011), mantendo constante a relação entre os preços e um dado nível de utilidade, a partir da função indireta de utilidade, surge a possibilidade de evidenciar o risco climático sobre o bem-estar atrelado a saúde.

Nessa perspectiva, o consumidor deverá receber compensações de renda equivalentes

ao risco climático. Ao condicionar a renda ótima a hw , ela pode ser expressa $R^*(hw)$ para níveis de preços relativos \bar{p} e utilidade \bar{U} fixos, de forma que sempre haverá uma função de utilidade indireta $V(R^*(hw), \bar{p}, hw)$ associada.

Na busca por uma medida adequada do impacto dos extremos de temperatura sobre o bem-estar relacionado a saúde, parte-se para a seguinte solução:

$$\frac{dV}{dhw} = \frac{dV}{dR^*} \frac{dR^*(hw)}{dhw} + \frac{dV}{dhw} = 0 \quad (9)$$

Com base na equivalência expressa na solução 9, alcança-se a renda necessária para manter a utilidade constante quando hw aumenta/diminui excessivamente. De outra forma, já que a função indireta de utilidade não é observável $V(\cdot)$, essa disposição a pagar é calculada na sequência de equações 10, 11 e 12:

$$\frac{dR^*(hw)}{dhw} = -\frac{\frac{dV}{dhw}}{\frac{dV}{dR^*}} = -\rho \frac{\frac{ds}{dhw}}{\frac{ds}{dx_H}} \quad (10)$$

$$\frac{ds}{dhw} = \frac{ds}{dhw} - \frac{ds}{dx_H} \frac{dx_H}{dhw} \quad (11)$$

$$\frac{dR^*(hw)}{dhw} = -\rho \frac{\frac{ds}{dx_H} \frac{dx_H}{dhw} + \frac{ds}{dhw}}{\frac{ds}{dx_H}} = -\frac{\frac{ds}{dhw} \frac{dU}{ds}}{\lambda} + \rho \left(\frac{dx_H}{dhw} \right) \quad (12)$$

O termo λ é um multiplicador de Lagrange advindo da técnica de solução de maximização restrita para solucionar o problema do consumidor. Esse termo significa a utilidade marginal decorrente da restrição de renda expressa pela equação 5.

Todos os componentes da equação 12 podem ser mensurados. A derivada total da função de sobrevivência, com relação a temperaturas extremas $\frac{ds}{dhw}$, é obtida por meio de estimações de funções epidemiológicas que não controlam nenhuma possibilidade de adaptação (x_H). O termo $\frac{dU}{ds}/\lambda$ é o valor da desutilidade de uma variação na taxa de sobrevivência, ou seja, é o valor de uma vida estatística (Deschênes e Greenstone, 2011). O último termo, não considerado neste estudo, refere-se as possibilidades de

adaptação ou mitigação com relação às ondas de calor ²⁵.

A estratégia empírica que se segue é uma referência direta a expressão 12. Os componentes nela explicitados servirão de base para o cálculo da disposição a pagar/receber da população brasileira para contornar os efeitos das ondas de calor, caso nenhuma política de adaptação ou mitigação seja adotada.

²⁵Quando desconsiderados os efeitos das ondas de calor sobre as estratégias de adaptação ou mitigação dos consumidores, o impacto estimado das ondas de calor são provavelmente subestimados (Deschênes e Greenstone, 2011). Esses autores consideram como possíveis medidas de adaptação a migração entre regiões de climas diferentes, demanda por aparelhos de refrigeração e aquecimento, bem como, de forma geral, a demanda por energia elétrica.

3.2.2 Modelo Econométrico para os efeitos das ondas de calor sobre a saúde humana.

As taxas de mortalidade de alguns grupos de doenças podem ser determinados por condicionantes climáticos, sócio demográficos, fatores médicos e características da localidade estudada (Barcellos et al., 2009; Pereda, 2012).

Os fatores climáticos são extremamente relevantes na determinação da incidência de alguns grupos de doenças, como, no caso deste estudo, as doenças respiratórias, infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório (Souza et al., 2013). As características climáticas capazes de influenciar as taxas de mortalidade de alguns desses grupos de doenças são aquelas referentes a manifestação de extremos de temperatura, mudanças nas médias de temperatura, na umidade relativa do ar, no nível de precipitação e insolação²⁶.

No tocante as características sócio demográficas, três delas foram consideradas neste estudo como relevantes para a determinação das taxas de mortalidade, a saber, a renda per capita média ²⁷, a presença de água encanada e coleta de lixo. Além desses, a influência de investimentos de saúde pública, na forma de gastos hospitalares, foram considerados como variáveis relevantes.

A estimação da influência de ondas de calor sobre as taxas de mortalidade foram controladas por aspectos populacionais (demográficos) de vulnerabilidade, tais como grupos de distintas faixas etárias, gênero e extremamente pobres²⁸.

²⁶A quantidade de vapor d'água retida no ar depende da temperatura do próprio ar. Em geral, regiões secas e pouco úmidas são propícias ao desenvolvimento da maioria dos vírus e bactérias, além do fato das pessoas apresentarem maior sensibilidade de partes do corpo como olhos e nariz, e, necessariamente estarem sujeitas a irritações. Além disso, a maioria dos vírus sobrevivem por mais tempo em ambientes secos (CPTEC-INPE, 2015). A variável insolação, medida pelo número de horas de sol de uma localidade, pode comprometer a saúde principalmente daqueles indivíduos expostos excessivamente a luz solar. A consequência dessa exposição é o aumento da temperatura do organismo acima dos limites fisiológicos, tornando o indivíduo vulnerável a diversos tipos de doenças.

²⁷Devido a ausência de dados municipais referentes a renda per capita durante todos os anos, optou-se por controlar os modelos de regressão por municípios extremamente pobres, conforme classificação do Data-SUS. A partir desse recorte, todas as taxas de mortalidade, variáveis dependentes, foram extraídas para aqueles municípios pobres e para aqueles que não entram nessa classificação.

²⁸Crianças, idosos e indivíduos de baixa renda são considerados mais vulneráveis aos efeitos de temperaturas excessivamente quentes. Crianças são organismos imunológicos em desenvolvimento e idosos apresentam o sistema termorregulador mais comprometido, enquanto os mais pobres não dispõem, parcialmente ou totalmente, de bens e serviços básicos capazes de promover saúde.

O modelo de regressão especificado pela equação 13, expressa como um conjunto de variáveis de suscetibilidade humana a doenças se comportam conforme a vários condicionantes, especialmente aqueles de risco climático.

$$M_{itdg} = \mu_i + \delta HW_{it} + \pi C_{it} + \beta S_{it} + \alpha GH_{it} + \omega_{it} \quad (13)$$

em que M_{itdg} é um vetor que caracteriza a população quanto a indicadores de mortalidade, em cada município brasileiro (i) num determinado período de tempo (t), conforme os tipos de doenças (d) e grupos demográficos estudados (g); C_{it} é um vetor de características climáticas dos municípios ao longo dos anos, incluindo variáveis como precipitação, insolação e umidade relativa do ar; S_{it} reúne informações sobre as características sóciodemográficas e econômicas das localidades desses indivíduos, tais como dummies de presença de rede esgoto e coleta de lixo; GH_{it} expressa os valores dos gastos hospitalares municipais ao longo dos anos; HW_{it} referem-se aos indicadores de incidência, duração, frequência e amplitude das ondas de calor, respectivamente medidas pelos indicadores HWN, HWD, HWF e HWA ²⁹; π, β e α são conjuntos de parâmetros a serem estimados; μ_i é um termo de efeitos fixos, e; ω_{it} é um termo de erro aleatório.

As magnitudes das estimativas de β e α revelam o quanto os indicadores de mortalidade são vulneráveis a fatores não-climáticos, enquanto as estimativas π e δ permitem compreender em que dimensão as ondas de calor e outros fatores climáticos são responsáveis pela suscetibilidade da vida humana. A inclusão de um termo de efeitos fixos permitiu capturar o efeito daquelas características invariantes no tempo, mas que específicas de cada município, capazes de influenciar os indicadores estudados. O termo de erro permite capturar todos aqueles outros fatores que também são responsáveis por explicar a variação da mortalidade, mas que não se encontram explícitos no modelo proposto.

Dentre todas as estimativas, o conjunto δ apresenta uma importância maior em

²⁹Para detalhes desses indicadores, vide capítulo II.

termos de interpretação, afinal eles revelarão, para cada tipo de doença, a magnitude do impacto das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade. Ressalta-se também que era esperado para $\hat{\delta}$ um sinal positivo, pois, de acordo com a literatura revisada, para algumas regiões, especialmente aquelas com médias de temperatura mais elevadas, as ondas de calor poderiam estar relacionadas com um excesso de mortalidade por várias doenças.

3.2.3 Abordagem Econométrica: modelos com variável dependente limitada

A variável taxa de mortalidade é medida como o número de óbitos por uma determinada causa numa população de 100.000 habitantes, num dado município. Embora essa variável seja considerada não-negativa, o processo gerador dessa taxa é aleatório e contínuo. Entretanto, um grande número de observações dessa variável é concentrado em 0, seja por que nesses municípios não houve nenhum registro de óbito, ou, por que nenhum registro foi efetivado. Sendo assim, para a estimação do conjunto de equações expressos em 13, adota-se um modelo para variável dependente limitada, o modelo Tobit. Pois, nas circunstâncias descritas, modelos tradicionais estimados por Mínimos Quadrados Ordinários seriam tendenciosos e inconsistentes (Cameron e Trivedi, 2005).

O fato do vetor de variáveis dependentes M_{itdg} apresentar uma significativa concentração de valores idênticos a zero, classifica os modelos Tobit como censurados à esquerda ou por um limite inferior. No modelo de regressão exposto pela equação (13), caso não houvesse o truncamento em 0, a média condicional poderia ser expressa por:

$$E(M_{it}/X) = X_{it}\delta \quad (14)$$

em que $X_{it} = (HW_{it}, C_{it}, S_{it}, GH_{it})$ é um vetor de variáveis regressoras. Em modelos com variável dependente limitada à esquerda, em que o limiar seja 0 e ε_{it} seja

normalmente distribuído, expressa-se:

$$E(M_{it}^* | X) = X_{it}\delta + E(\omega_{it}/X_{it} > -X_{it}\delta) \mid M_{it} = [0, \text{ se } M_{it}^* \leq 0; M_{it}^*, \text{ se } M_{it}^* > 0] \quad (15)$$

em que M_{it}^* é uma variável latente, de tal forma que todas as vezes que assume valores inferiores ou idênticos a zero, $M_{it} = 0$, e, no caso contrário, quando M_{it}^* apresenta valores superiores a zero, $M_{it} = M_{it}^*$. Assim, a média condicional expressa pela equação 14 passa a ser truncada em 0, de acordo as condições de observação da variável dependente expressas pela equação 15. Considerando que a distribuição de M_{it} seja uma normal truncada, a respectiva média condicional poderá ser reescrita da seguinte forma:

$$E\left(\frac{M_{it}^*}{X}\right) = X_{it}\delta + \sigma \frac{\frac{\phi(X_{it}\delta)}{\sigma}}{\Phi(X_{it}\delta)} \quad (16)$$

Em que $\Phi(\cdot)$ and $\phi(\cdot)$ são funções acumulada e densidade de probabilidade. De acordo com Cameron e Trivedi (2005), a adequada estimação dos parâmetros é dada por Máxima Verossimilhança (MV). O procedimento pode ser seccionado em duas partes, a primeira referente as observações censuradas (A) e a segunda referente as não-censuradas (B).

A. Contribuição das observações censuradas:

$$\prod_{i=1}^{n_1} P(M_{it} = 0) = \prod_{i=1}^{n_1} [1 - \Phi\left(\frac{X_{it}\delta}{\sigma}\right)] \quad (17)$$

B. Contribuição das observações não-censuradas:

$$\prod_{i=1}^{n_2} P(M_{it} = M_{it}^*) = \prod_{i=1}^{n_2} \phi\left(\frac{M_{it}^*}{M_{it}^* > 0}\right) P(M_{it}^* > 0) \quad (18)$$

A partir dessas proposições, com a finalidade de estimar $\hat{\delta}$ e $\hat{\sigma}^2$, define-se a seguinte

função linear de máxima verossimilhança $\ln L(\delta, \sigma_2)$:

$$\ln L(\delta, \sigma^2) = \sum_{\frac{M_{it}}{M_{it}=0}} \ln[1 - \Phi(\frac{X_{it}\delta}{\sigma})] + \ln \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(M_{it}-X_{it}\delta)^2} \quad (19)$$

O estimador truncado de MV para (δ, σ^2) poderá ser encontrado pelas seguintes condições de primeira ordem:

$$\frac{d\ln L(\delta, \sigma^2)}{d\delta} = 0 \text{ e } \frac{d\ln L(\delta, \sigma^2)}{d\sigma^2} = 0 \quad (20)$$

Vale ressaltar que, segundo Cameron e Trivedi (2005), se o erro não for normalmente distribuído na presença de heterocedasticidade, o estimado de MV será inconsistente. Sendo impossível especificá-lo de forma correta, recomenda-se corrigir o modelo por algum esquema de ponderação, a saber, optou-se por erros-padrão reamostrados por *bootstrap*.

Finalmente, após a estimação de um modelo de regressão torna-se interessante computar o impacto de variação das variáveis explicativas sobre a variável dependente. No caso deste trabalho, os principais efeitos marginais de interesse são aqueles que estabelecem uma relação entre as variáveis climáticas e as taxas de mortalidade. Num modelo clássico de regressão, o objetivo seria explicar o comportamento médio de M_{it} , ou, $\frac{dM_{it}}{dT_{it}} = \delta_k$, considerando k indicadores de ondas de calor. Entretanto, nos modelos Tobit, existem três possibilidades de média que permitem o cômputo dos efeitos marginais, conforme as seguintes medidas:

- i* - Média da variável latente: $E(\frac{M_{it}^*}{X_{it}})$;
- ii* - Média condicional: $E(\frac{M_{it}}{X_{it}}, M_{it} > 0)$;
- iii* - Média incondicional: $E(M_{it}/X_{it})$

Na maioria das vezes, a média da variável latente, como especifica Cameron e Trivedi (2005) não apresenta sentido econômico, exatamente por causa da censura ou truncamento. O efeito marginal condicional, expressaria os efeitos apenas sobre os municípios com taxas de mortalidade superiores a zero. Mas, no caso deste estudo,

dado o tratamento oferecido pela estimação de modelos com variáveis dependentes limitadas, o efeito marginal de interesse é o incondicional, já que ele oferece tanto o efeito sobre os municípios com taxas de mortalidade idênticas a zero quanto aqueles com taxas de mortalidade superiores a zero. A diferença entre o efeito marginal latente e o incondicional, é o esquema de ponderação oferecido pela distribuição normal truncada na cauda esquerda, nas vizinhanças do valor 0.

De acordo com Cameron e Trivedi (2005), o efeito marginal para variáveis dependentes truncadas em zero pode ser especificado por $\frac{dE[M, M > 0 | X]}{dX} = [1 - w\lambda(w) - (w^2)]\delta$. Em que $w = \frac{x'\delta}{\sigma}$ e $\lambda(w) = \frac{\phi(w)}{\Phi(w)}$, sendo $\Phi(w)$ uma normal padrão e $\frac{d\Phi(w)}{dw} = \phi(w)$ sua respectiva função densidade de probabilidade.

3.2.4 Dados e Fonte dos Dados

Os dados sobre a mortalidade que foram utilizados neste estudo foram extraídos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DataSUS. As declarações de óbitos estão disponíveis para o período de 1979 a 2016 e caracterizam os falecidos quanto a causa do óbito, município de residência, faixa etária, sexo, mês e ano do óbito. As causas das declarações de óbito são agrupadas e codificadas conforme a 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10). Além delas, as taxas de mortalidade também estão disponíveis e são expressas pela proporção do número de óbitos por 100 mil habitantes. No DataSUS, elas se encontram em arquivos contendo a população por faixa etária, sexo e inclusive para aqueles municípios considerados como extremamente pobres, cerca de 1.700.

As informações sobre morbidade, ou indivíduos que contraíram as doenças estudadas, por local de residência vão de 1984 a 2016, também em nível municipal para todo o país. Sobre esse conjunto de dados, além dele ser mais restrito no tempo que os dados de mortalidade, menciona-se o fato de que algumas doenças como a dengue, a leishmaniose e a malária apresentam informações apenas a partir de 1992. Do mesmo modo, no DataSUS, estão disponíveis informações sobre gastos hospitalares municipais, inclusive por grupo de doenças classificadas pela CID-10.

Ainda sobre esses dados, existem informações em outros trabalhos especializados que eles apresentam alguns problemas de sub-registro e de preenchimento incompleto das informações, principalmente quanto a causa básica de morte. O maior problema de sub-registro ocorre nos municípios menos desenvolvidos que, na realidade brasileira, compreendem aqueles menos populosos. Por isso, muitos pesquisadores acreditam que os dados são subestimados nos municípios pequenos, impondo, portanto algumas limitações aos modelos econométricos. Outra observação encontrada na literatura atenta ao fato do preenchimento incompleto das informações de mortalidade, levando a um aumento do número de óbitos por causas mal definidas (Souza et al, 2013).

As informações climáticas envolvem dados de precipitação, temperaturas, umidade

relativa do ar e o número de horas de sol. Essas informações observacionais são disponibilizadas pelo Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET (BDMEP/INMET), diariamente a partir de 1961³⁰. Além dessas informações, dados provenientes de modelos climáticos de reanálise também foram utilizados na implementação das métricas de ondas de calor, conforme a descrição estabelecida no capítulo II. Como essas informações são georreferenciadas, a dimensão municipal desses dados foram obtidos por meio do software ArcGIS. Com esse intuito, foram extraídas as variáveis climáticas e regionalizadas para cada um dos municípios brasileiros, conforme o código de georeferenciamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Sobre a dimensão dos dados climáticos, vale ressaltar que eles revelam informações diárias, sistematicamente a cada três horas, em todos os anos do período de 1998 a 2016.

Ainda, de acordo ao apresentado na seção 3.3.3 deste capítulo, estimou-se o Valor Estatístico da Vida, oriundo de dados do mercado de trabalho. Essas informações foram extraídas da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD de 2013, a mais recente no momento da estimação. Os dados foram extraídos do diretório "Pessoas", o qual reúne informações individuais dos residentes de cada domicílio. Entretanto, no que tange as características espaciais da PNAD, depara-se com uma limitação, os dados em nível de pessoas são codificados apenas por unidade da federação e regiões metropolitanas, não permitindo análises municipais. Sendo assim, é importante destacar que o objetivo desse passo metodológico foi conferir um VSL para cada um dos estados brasileiros, com intuito de valorar os resultados alcançados no modelo de saúde e fatores climáticos.

A seguir, encontra-se uma descrição mais detalhada das variáveis utilizadas nas análises deste estudo, de acordo com a natureza dos dados.

³⁰Todas essas informações foram médias anuais extraídas para cada uma das estações meteorológicas. Como não existem dados observacionais dessas estações para todos os municípios do país, aqueles disponíveis foram interpolados, calculando uma média para cada município brasileiro. Por meio do software ArcGis, considerou-se cada estação meteorológica georreferenciada como um ponto, e, a partir de uma malha municipal sobreposta, calculou-se a média de cada uma dessas variáveis nos centróides municipais. A medida utilizada foi a média Euclidiana.

3.2.5 Variáveis

Nesta subseção encontram-se detalhadas todas as variáveis que foram utilizadas nos procedimentos de estimação deste capítulo. Essas variáveis são oriundas dos dados e de suas respectivas fontes, anteriormente discutidas.

Variáveis climáticas – reúnem características e informações do clima municipal no Brasil. Todas essas informações foram utilizadas na estimação dos efeitos do clima sobre as taxas de mortalidade.

- *Temperatura* – foram utilizados os registros de temperatura máxima e mínima em ($^{\circ}\text{C}$), para todos os municípios brasileiros. As temperaturas médias diárias (TMD) foram encontradas a partir das médias entre as temperaturas máximas e mínimas.
- *Umidade relativa do ar* - é a relação entre a quantidade de água existente no ar e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (%).
- *Insolação* - quantidade de radiação proveniente do Sol que incide sobre uma superfície, em específico, o número de horas de sol incidente em um município (h).
- *Precipitação* - foram utilizados os níveis anuais de precipitação em (mm) de todas as estações meteorológicas.

Indicadores de Ondas de Calor – Índices que caracterizam os eventos de ondas de calor nos municípios brasileiros, a partir de uma medida de calor excessivo. Todos esses índices foram computados a partir da temperatura média diária e da definição adotada para ondas de calor. Conforme a discussão do capítulo II, uma onda de calor pode ser definida pelo registro de calor excessivo e persistente por pelo menos 3 dias.

- *HNW (Número de Ondas de Calor)* – número médio de eventos de ondas de calor verificados nos municípios brasileiros.

- *HWD (Duração das Ondas de Calor)* - número anual médio de dias que duraram os eventos de ondas de calor.
- *HWF (Frequência das Ondas de Calor)* - número acumulado de dias no ano que as condições de calor excessivo persistiram por pelo menos de três dias.
- *HWA (Amplitude das Ondas de Calor)* - caracteriza o dia mais quente da onda de calor mais quente observado no ano ($^{\circ}C^2$).

Variáveis de Saúde – compreende um conjunto de variáveis relacionadas as taxas de morbidade, mortalidade e gastos hospitalares locais. Essas taxas de mortalidade foram utilizadas como variáveis dependentes nos modelos epidemiológicos.

- *Taxas de Mortalidade* – foram calculadas as taxas de mortalidade anuais para todos os municípios brasileiros, por doenças infecciosas/parasitárias (CID-01), por doenças do aparelho circulatório (CID-09) e doenças do aparelho respiratório (CID-10). Essas taxas também foram calculados para homens e mulheres, crianças (indivíduos com idade inferior a 10 anos), adultos (indivíduos com idade entre 10 e 59 anos), idosos (indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos) e para residentes de municípios extremamente pobres, conforme classificação do DATA-SUS. Essas taxas registram o número de óbitos, por grupo demográfico, numa população de 100.000 habitantes.
- *Gastos Hospitalares* – gastos em saúde com recursos hospitalares nos municípios, inclusive naqueles classificados como extremamente pobres, em 100.000 reais.
- *Total de Médicos*- número de médicos por 1.000 habitantes. Essa variável assumiu valor igual a 1 quando o municípios faz parte de um estado com uma proporção de médicos superior a 1 por 1.000 habitantes ³¹.

³¹Esse dado foi organizado pelo Data-SUS, a partir de informações dos Conselhos Profissionais e Regionais de Medicina, DEGERTS - Departamento de Gestão e Regulação do Trabalho de Saúde, SGTES - Secretaria de Gestão do Trabalho e da Educação na Saúde.

Variáveis socioeconômicas – reúnem características dos residentes municipais quanto a respectivas vulnerabilidades sociais e econômicas. Essas características também foram retiradas dos Censos de 2000 e 2010.

- *Saneamento Básico* – presença de serviços básicos de saneamento, como rede de esgoto, água encanada e coleta de lixo nos domicílios. Essas variáveis foram introduzidas nos modelos epidemiológicos na forma de dummies, e assumiram valor igual a 1 quando o município pertence a um estado cujo déficit desse tipo de serviço ultrapassou 25%, e, no caso contrário, assumiram valores iguais a 0;
- *Características de renda* – embora o rendimento per capita por município não esteja disponível para todos os anos, utilizou-se uma classificação adotada pelo DataSUS, na qual alguns municípios são classificados como extremamente pobres. A partir dessa classificação, as taxas de mortalidade foram calculadas para essa amostra de municípios extremamente pobres.

Variáveis do mercado de trabalho - esse conjunto de variáveis reúne informações pessoais, laborais e das condições de trabalho amostradas nos residentes municipais.

- *Rendimento* – rendimento mensal dos trabalhadores no momento empregados, em reais;
- *Sexo* – assume valor 1 quando o trabalhador for do sexo masculino, e valor 0 no caso contrário;
- *Idade* – idade (em anos) dos trabalhadores, no momento da amostragem;
- *Cor/Raça* – assume valor 1 quando o indivíduo se declarar de cor não-negra, e valor 0 no caso contrário.
- *Horas trabalhadas* – o número de horas dedicadas semanalmente a atividades laborais dos setores formais de trabalho;

- *Auxílio saúde* – assume valor 1 quando o trabalhador recebe algum tipo de auxílio saúde, estando afasta ou não do seu posto de trabalho, e valor 0 no caso contrário;
- *Sindicalizado* – assume valor 1 quando o trabalhador declara ser sindicalizado, e valor 0 no caso contrário;
- *Idade que começou a trabalhar* – refere-se a idade que o trabalhador apresentava no momento em que iniciou suas atividades de trabalho remuneradas;
- *Região Metropolitana* – assume valor 1 quando o trabalhador declara residir em alguma capital estadual ou em sua região metropolitana, e valor igual a 0 no caso contrário;
- *Rural* – assume valor 1 se o trabalhador residir em zonas urbanas, e valor igual a 0 caso ele seja residente de zonas rurais.
- *Risco Laboral* – refere-se a probabilidade de um determinado trabalhador se acidentar, adoecer ou se afastar do posto de trabalho. Essa variável é calculada e disponibilizada pela Previdência Social Brasileira, segundo os pedidos de afastamento e aposentadoria dos trabalhadores registrados por atividade econômica, segundo a Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE).

3.3 Resultados

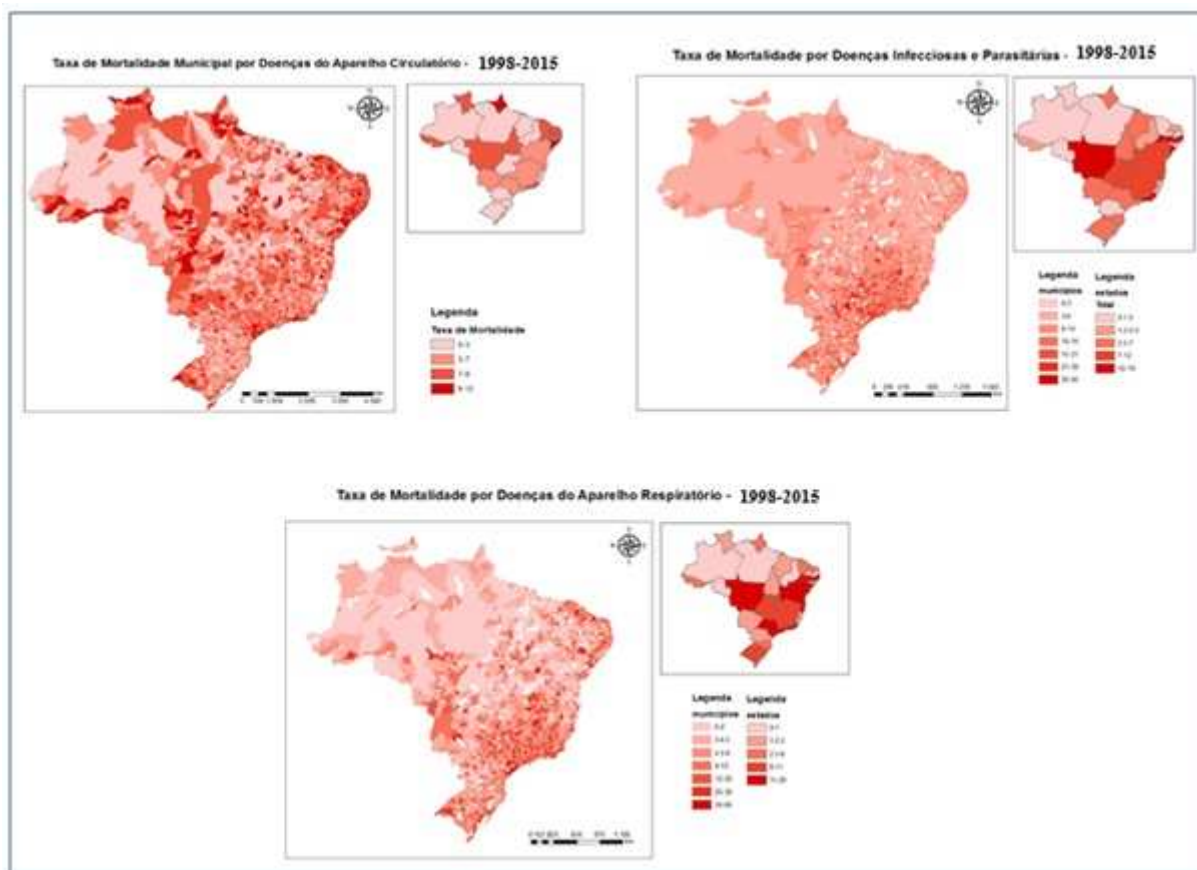
Nesta seção, faz-se, inicialmente, uma breve apresentação descritiva dos dados utilizados, tanto daqueles referentes as taxas de mortalidade quanto daqueles referentes as características das ondas de calor, esses últimos apresentados detalhadamente no capítulo II. A seguir, apresentam-se as estimativas dos impactos das ondas de calor sobre a mortalidade e as estimativas do valor estatístico da vida (VSL). Finalmente, foram expostos os valores da disposição a pagar da população brasileira para contornar os efeitos das ondas de calor.

3.3.1 Estatísticas Descritivas

Conforme os resultados apresentados no capítulo II, na última década, o Brasil apresentou um número crescente de eventos de ondas de calor, em praticamente todos os municípios brasileiros. Os estados de Goiás, Distrito Federal, Tocantins e São Paulo foram aqueles com a maior incidência e duração anual desses eventos. Nos municípios desses estados, uma onda de calor tem duração média de 7 dias e neles são registrados o maior número anual de dias excessivamente quentes. Além deles, a maioria dos registros de ondas de calor foram verificados nos estados da Região Sul e Sudeste. Os estados da região Nordeste e Norte apresentaram as maiores temperaturas máximas observadas nos últimos dez anos, mas neles, comparado aos demais, a formação de eventos atípicos de calor foram em menor escala. Nesse contexto, ressalta-se que a literatura especializada verificou que o número de óbitos de uma localidade, por diversas causas, têm sido potencializados em dias excessivamente quentes (Burgess et al., 2011; Barreca et al., 2015).

No Brasil, de acordo com o IBGE (2016), no período de 1998 a 2015, as principais causas de notificações de óbitos estão relacionadas as doenças do aparelho circulatório, as causas externas (acidentes, homicídios, suicídios, dentre outros), os tumores ou neoplasmas e as doenças infecciosas e parasitárias, sendo, alguns desses grupos de doenças, possivelmente susceptíveis a elevadas temperaturas. De acordo com essa

publicação, 72% das mortes, inclusive infantil e de idosos, pode ser conferidas a essas causas. Em termos regionais, conforme o ilustrado pela Figura 3.1, os municípios das regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste foram aqueles que, relativamente, apresentaram as maiores taxas de mortalidade por 100.000 habitantes, segundo doenças infecciosas, parasitárias, respiratórias e do aparelho circulatório.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: Os mapas foram confeccionados para os grupos de doenças infecciosas, parasitárias, respiratórias e do aparelho circulatório, pois acredita-se que são aqueles mais influenciados por dias excessivamente quentes. Além disso, vale ressaltar que as taxas de mortalidade representadas nos mapas são médias extraídas para cada registro municipal, nos anos de 1998 a 2015, conforme disponibilidade de informações do Data-SUS.

Figura 3.1 – Mapas da distribuição espacial das Taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, doenças do aparelho circulatório e doenças do aparelho respiratório, nos municípios brasileiros, no período de 1998-2015.

As taxas de mortalidade expressas na Figura 3.1 apresentam diferenças sistemáticas em grupos mais vulneráveis da população. Esses grupos podem ser identificados por atributos como idade, gênero e níveis de renda dos residentes de cada município.

Exceto doenças do aparelho circulatório, de acordo com as Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3, as maiores taxas de mortalidade são verificadas na região sudeste, inclusive nos municípios considerados extremamente pobres pelo IBGE. Quanto ao gênero, praticamente as taxas de mortalidade entre mulheres e homens são idênticas, e diferenças sistemáticas não foram verificadas nos municípios considerados extremamente pobres.

Tabela 3.1 - Brasil: taxas de mortalidade anual média por doenças infecciosas e parasitárias, faixa etária e renda.

Taxas de Mortalidade por Grupos de Doenças							
<i>Infecciosas e Parasitárias</i>							
UF/Região	<i>Taxa de Mortalidade</i>	<i>Masculino</i>	<i>Feminino</i>	<i>Municípios Extremamente Pobres</i>	<i>Infant il (0-10)</i>	<i>Adult os 11-59</i>	<i>Idoso s > 60</i>
Região Norte	2,8	2,9	2,8	2,3	23,0	145,6	179,0
Rondônia	1,9	2,0	1,7	1,2	14,3	105,6	185,5
Acre	2,8	2,8	2,8	3,0	24,6	137,7	192,9
Amazonas	1,9	1,9	1,5	1,5	26,6	153,0	115,4
Roraima	2,2	2,2	2,2	3,0	21,6	178,4	143,2
Pará	2,1	2,1	1,9	1,6	23,4	123,3	150,4
Amapá	4,1	5,3	4,8	1,5	25,3	127,4	174,9
Tocantins	4,3	4,1	4,7	4,0	25,3	193,9	290,6
Região Nordeste	4,3	4,3	4,1	3,7	31,7	191,9	257,4
Maranhão	1,6	1,7	1,5	1,1	22,3	122,9	131,6
Piauí	1,8	1,9	1,7	1,9	24,9	111,1	140,9
Ceará	4,5	4,5	4,3	4,1	36,4	158,8	227,4
Rio Grande do Norte	5,1	5,7	5,0	4,4	38,4	205,3	280,3
Paraíba	4,8	4,9	4,2	4,1	38,2	221,6	305,1
Pernambuco	6,7	6,5	6,5	4,6	35,3	256,1	347,8
Alagoas	4,0	3,5	3,0	2,9	30,9	245,8	305,1
Sergipe	7,2	6,7	7,8	7,6	29,8	238,7	328,3
Bahia	3,2	3,2	3,1	2,8	29,1	166,8	250,6
Região Sudeste	10,6	10,7	11,2	8,2	28,9	308,5	560,0
Minas Gerais	11,2	11,6	12,1	6,6	31,8	281,1	478,6
Espírito Santo	5,6	5,5	5,8	3,4	28,9	286,6	525,7
Rio de Janeiro	10,8	10,6	11,6	9,2	24,3	294,8	564,8
São Paulo	14,9	15,0	15,4	13,5	30,7	381,7	670,9
Região Sul	8,8	9,1	9,0	6,7	24,3	280,9	514,4
Paraná	8,2	8,9	7,8	6,1	26,9	310,9	544,2
Santa Catarina	8,7	8,6	9,0	7,6	23,1	277,6	505,6
Rio Grande do Sul	9,6	9,7	10,0	6,4	22,8	254,2	493,3
Região Centro-O	5,9	6,0	5,9	3,8	17,6	190,7	341,3
Mato Grosso do Sul	4,1	4,2	3,9	4,2	11,4	237,4	404,0
Mato Grosso	5,1	5,0	5,4	3,9	14,8	212,9	373,7
Goiás	4,8	5,2	4,4	3,4	23,7	162,2	296,4
Distrito Federal	9,9	9,5	9,9	-	20,4	150,4	291,2
Brasil	6,5	6,6	6,6	4,9	25,1	223,5	370,4

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: O limiar que define um municípios em situação de extrema pobreza, de acordo com o Data-SUS, é quando a renda domiciliar média mensal per capita de até 70 reais. Além disso, as taxas de mortalidade foram calculadas para populações de até 10 anos, de 10 a 59 anos e acima de 60 anos, segregando as taxas de mortalidade para crianças, adultos e idosos, respectivamente.

Tabela 3.2 - Brasil: taxas de mortalidade anual média por doenças do aparelho circulatório, faixa etária e renda.

Taxas de Mortalidade por Grupos de Doenças							
UF/Região	Taxa Mortalidade	Aparelho Circulatório				Adultos 15-59	Idoso > 60
		Masculino	Feminino	Municípios Extremamente Pobres	Infância 10-19		
Região Norte	7,7	8,2	7,7	7,4	54,9	185,3	259,6
Rondônia	6,5	7,0	5,1	6,0	28,2	132,1	229,3
Acre	8,9	9,8	8,6	8,3	66,7	211,4	322,0
Amazonas	4,1	4,5	4,7	4,6	63,2	180,1	237,2
Roraima	9,1	10,1	8,2	10,8	58,8	197,0	239,3
Pará	6,0	7,4	5,1	5,7	66,2	176,4	221,9
Amapá	10,4	10,0	13,2	8,2	76,8	184,7	253,8
Tocantins	8,6	8,8	9,0	8,1	24,3	215,4	313,8
Região Nordeste	8,4	8,8	8,3	8,2	35,3	184,1	280,2
Maranhão	4,7	5,3	4,2	3,9	28,3	146,0	183,2
Piauí	6,0	6,4	5,8	5,8	21,8	162,6	189,3
Ceará	9,0	8,6	9,3	9,0	42,6	197,8	257,0
Rio Grande do Norte	8,4	9,0	8,5	8,0	37,0	182,6	300,8
Paraíba	9,1	9,4	9,5	8,9	30,0	173,7	340,0
Pernambuco	8,6	8,9	8,3	8,2	34,7	189,4	317,2
Alagoas	10,8	11,6	11,1	11,4	52,2	200,2	296,1
Sergipe	11,8	12,4	11,3	11,7	37,5	209,5	322,6
Bahia	7,5	7,8	6,9	7,0	33,6	195,2	315,6
Região Sudeste	7,4	7,7	7,1	7,5	30,0	143,4	270,9
Minas Gerais	7,4	7,7	7,2	7,8	29,0	148,9	263,2
Espírito Santo	5,7	6,3	5,2	5,7	28,8	149,7	271,0
Rio de Janeiro	8,4	8,5	8,6	7,7	23,2	131,4	259,6
São Paulo	7,9	8,2	7,7	8,9	39,2	143,4	289,8
Região Sul	6,1	6,3	5,9	6,0	30,0	122,2	240,7
Paraná	6,1	6,5	5,7	5,4	31,4	135,8	270,0
Santa Catarina	6,0	6,2	5,7	6,2	33,5	120,2	220,4
Rio Grande do Sul	6,3	6,3	6,2	6,5	25,1	110,6	231,7
Região Centro-O	7,3	7,6	7,1	6,7	22,1	96,6	266,8
Mato Grosso do Sul	7,5	7,5	8,1	7,3	21,8	102,6	239,5
Mato Grosso	8,5	9,1	7,8	7,5	20,2	90,3	237,2
Goiás	5,7	6,2	5,3	5,3	24,8	111,1	250,5
Distrito Federal	7,5	7,5	7,3		21,6	82,2	339,9
Brasil	7,4	7,7	7,2	7,2	34,5	146,3	263,6

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: O limiar que define um municípios em situação de extrema pobreza, de acordo com o Data-SUS, é quando a renda domiciliar média mensal per capita de até 70 reais. Além disso, as taxas de mortalidade foram calculadas para populações de até 10 anos, de 10 a 59 anos e acima de 60 anos, segregando as taxas de mortalidade para crianças, adultos e idosos, respectivamente.

Tabela 3.3 - Brasil: taxas de mortalidade anual média por doenças do aparelho respiratório, faixa etária e renda.

Taxas de Mortalidade por Grupos de Doenças							
Aparelho Respiratório							
UF/Região	Taxa Mortalidade	Masculino	Feminino	Municípios Extremamente Pobres	Influenza 0-10	Adulto 15-59	Idoso 60+
Região Norte	3,5	3,5	3,4	3,2	26,4	142,5	242,1
Rondônia	3,1	3,1	2,7	2,1	15,8	138,0	242,3
Acre	4,8	4,7	4,3	4,4	24,9	140,6	283,1
Amazonas	1,8	2,0	1,6	2,1	28,9	141,9	205,7
Roraima	3,6	3,2	3,6	4,3	33,0	103,4	186,7
Pará	2,2	2,5	1,9	1,9	26,3	138,2	194,4
Amapá	3,8	4,1	4,9	2,6	27,2	167,2	289,9
Tocantins	4,9	5,1	4,9	4,8	28,5	168,5	292,7
Região Nordeste	5,6	5,5	5,6	5,3	29,2	202,2	342,5
Maranhão	2,0	2,1	1,7	1,4	25,7	131,1	168,2
Piauí	3,6	3,9	3,3	3,4	31,1	169,6	263,1
Ceará	6,7	6,5	6,5	6,4	29,7	198,7	339,8
Rio Grande do Norte	6,5	6,6	6,5	5,9	29,5	196,4	408,8
Paraíba	5,7	5,5	5,8	5,3	27,7	217,3	386,6
Pernambuco	7,0	6,8	7,1	6,0	27,4	261,0	382,2
Alagoas	5,0	4,7	5,0	5,1	32,9	239,5	427,5
Sergipe	10,1	9,2	10,1	10,3	36,8	230,0	410,3
Bahia	4,2	4,1	4,0	3,7	22,1	176,2	296,3
Região Sudeste	8,3	8,4	8,4	7,4	16,0	235,4	448,5
Minas Gerais	8,0	8,2	8,0	6,0	18,5	200,6	361,7
Espírito Santo	6,2	6,2	6,2	5,0	18,3	272,6	469,8
Rio de Janeiro	10,0	10,1	10,5	8,7	15,1	265,7	526,0
São Paulo	8,9	9,2	8,8	9,7	12,1	202,7	436,4
Região Sul	5,8	6,0	5,3	4,7	12,1	146,1	284,0
Paraná	4,8	5,1	4,3	3,2	12,0	150,4	264,2
Santa Catarina	5,8	5,9	5,2	4,7	13,6	150,3	293,4
Rio Grande do Sul	6,8	7,0	6,4	6,1	10,6	137,4	294,4
Região Centro-O	4,8	4,9	4,6	4,0	12,6	84,6	153,1
Mato Grosso do Sul	4,7	4,9	4,3	4,3	19,0	123,5	221,0
Mato Grosso	4,7	4,9	4,4	4,0	20,2	113,7	213,2
Goiás	3,9	4,0	3,8	3,5	9,8	55,6	104,5
Distrito Federal	5,9	5,7	5,8	-	1,3	45,5	73,8
Brasil	5,6	5,7	5,5	4,9	19,3	162,2	294,1

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: O limiar que define um municípios em situação de extrema pobreza, de acordo com o Data-SUS, é quando a renda domiciliar média mensal per capita de até 70 reais. Além disso, as taxas de mortalidade foram calculadas para populações de até 10 anos, de 10 a 59 anos e acima de 60 anos, segregando as taxas de mortalidade para crianças, adultos e idosos, respectivamente.

Ainda com relação as Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3, observa-se que as maiores taxas de mortalidade, seja em que município for, como o indicado pela literatura, ocorrem na faixa de idade com 60 anos ou mais. Nesse grupo populacional, as taxas de mortalidade são cerca de 65% maiores que no grupo de pessoas com 10-60 anos.

Maiores detalhes sobre a ocorrência das taxas de mortalidade nos municípios brasileiros podem ser encontrados nas figuras F.3, F.4 e F.5 do Apêndice F. Ainda, detalhamentos das taxas municipais de mortalidade, entre homens e mulheres, adultos, crianças e idosos, bem como daqueles municípios considerados extremamente pobres, podem ser encontrados nas Figuras F.1 e F.2 do Apêndice F.

Outras características demográficas também foram investigadas, como características de renda e de convivência com déficits de saneamento básico da população brasileira, tanto parcial como total. De acordo com os dados da PNAD (2013), nas regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste apenas 43%, 40% e 36% dos domicílios apresentam condições satisfatórias de saneamento, respectivamente. Isto significa que a cada 4 de 10 domicílios são verificados algum tipo de déficit de água encanada, rede de esgoto ou coleta de lixo. Nessas regiões, especialmente no Norte e Nordeste, encontra-se a maioria da população com renda per-capita inferior a $\frac{1}{2}$ salário mínimo e baixa escolaridade. Essas estatísticas, todas disponíveis nas Tabelas I.1 e I.2 do Apêndice I, revelam quais são as regiões mais vulneráveis do ponto de vista econômico e social.

3.3.2 Impacto das ondas de calor sobre a mortalidade

Nesta seção, os índices de ondas de calor foram relacionados com as taxas de mortalidade de doenças infecciosas e parasitárias, do aparelho circulatório e do aparelho respiratório. Especificamente, buscou-se estimar os efeitos marginais da incidência (HWN), da duração (HWD), da frequência (HWF) e da amplitude (HWA) das ondas de calor sobre o número de óbitos por 100.000 habitantes nos 5.564 municípios brasileiros.

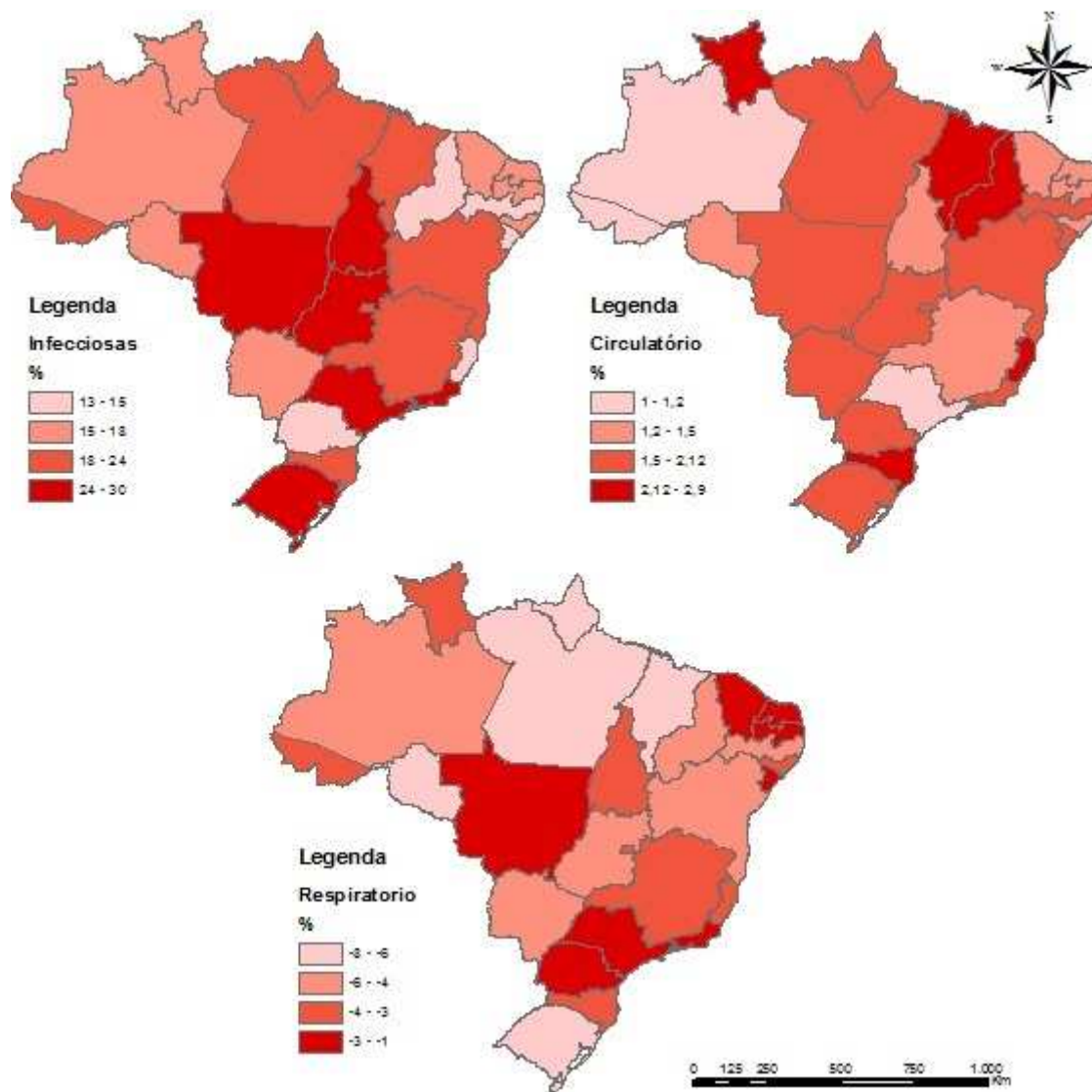
Além desses condicionantes climáticos, também considerou-se variáveis relativas a umidade relativa do ar, o nível de insolação e o nível de precipitação municipal. Os níveis de renda per capita, presença de rede de esgoto e coleta de lixo foram variáveis categóricas consideradas como condicionantes econômicos e de saneamento ³². Por último, os gastos hospitalares locais foram escolhidos como controle da capacidade de contornar o número de óbitos em um determinado município.

Antes da apresentação dos resultados referentes a estimação, vale ressaltar o problema de truncamento da variável dependente dos modelos de regressão. Sobre as taxas de mortalidade do aparelho circulatório, em média, 11% dos dados apresentam valores iguais a zero. Cerca de 20% e 14% é a parcela de dados sobre taxas de mortalidade de municípios brasileiros que apresentam valores iguais a 0 para doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho respiratório, respectivamente. Para contornar esse problema, a escolha foi por modelos de regressão com variável dependente limitada, modelos Tobit. Em todos os modelos estimados, os critérios de informação de Akaike (CIA) e Schwarz (CIS) foram inferiores a estratégias alternativas de estimação. Os resultados da estimação estão dispostos nas Tabelas G.1 até G.21, do Apêndice G.

A incidência e a duração das ondas de calor foram aspectos estatisticamente significativos para aumentar as taxas de mortalidade por doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório, principalmente nos idosos. Em média, na ocorrência de uma onda de calor, verifica-se um aumento nas taxas de mortalidade de idosos por doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório de cerca de 47 e 1 óbitos por 100.000 habitantes, respectivamente.

³²Estatísticas descritivas dessas variáveis estão dispostas nas tabelas I.1 e I.2 do Apêndice I

Na Figura 3.2 foram expressos os percentuais de óbitos decorrentes das ondas de calor em relação a mortalidade total nos estados brasileiros, por doenças infecciosas, do aparelho circulatório e respiratório.



Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Nota: Todos os mapas expressam estimativas do percentual de óbitos ocasionados por eventos de ondas de calor em relação ao número total de óbitos por doenças infecciosas, do aparelho circulatório e respiratório. Por exemplo, essa medida revela que, em média, do total de óbitos por doenças infecciosas, 24 a 30% são influenciadas por episódios de ondas de calor nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Goiás, Tocantins, Rio Grande do Sul e Tocantins.

Figura 3.2 – Mapas das estimativas do percentual médio de óbitos relacionados aos episódios de ondas de calor por doenças infecciosas, do aparelho circulatório e do aparelho respiratório, nos estados brasileiros de 1998 a 2015.

Em geral, os efeitos das ondas de calor são marcados por aumentos nas taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias e do aparelho circulatório, e, de

forma contrária, por reduções dessas taxas por doenças respiratórias³³. De acordo com a Figura 3.2, os efeitos das ondas de calor representam maior influência no total de óbitos dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Rio Grande do Sul, Goiás, Tocantins e Mato Grosso, cerca de 24 a 30%. A mesma medida, quando analisada para doenças do aparelho circulatório foi relativamente baixa nos estados brasileiros, não superando 3%.

Ainda, de acordo ao ilustrado pela Figura 3.2, em relação ao total de óbitos por doenças do aparelho respiratório, estima-se reduções de mortalidade de até 8% em relação ao total, no estado do Rio Grande do Sul. Ao contrário desse resultado, ao analisar os efeitos das ondas de calor na Espanha, Linares et al. (2015) revelaram que esses eventos apresentam particular importância para explicar as causas de mortalidade respiratória. Apesar da divergência, tanto neste trabalho quanto no trabalho dos respectivos autores, outros fatores climáticos, como umidade relativa do ar, foram significativos para influenciar a mortalidade por doenças respiratórias.

Os mesmos resultados, conforme os modelos estimados e dispostos no apêndice G, podem ser intensificados conforme a frequência, duração e amplitude das ondas de calor. Por exemplo, o fato de uma onda de calor durar por mais um dia, em média, promove aumentos nas taxas de mortalidade próximos da metade daqueles verificados caso haja mais uma onda de calor.

O efeito de uma onda de calor durar mais um dia sobre as taxas de mortalidade por doenças infecciosas em idosos é superior aos efeitos de mais uma onda de calor sobre a população em geral, no tocante as doenças do aparelho circulatório e infecciosas e parasitárias. Esse resultado converge com os resultados encontrados por Viveiros (2014), que apontam um excesso de mortalidade de 12% por doenças do aparelho circulatório, em Portugal. Resultados similares para doenças do aparelho circulatório também foram encontrados para a China, os quais expressam que ondas de calor com duração superior a 5 dias aumentam em até 18% a mortalidade total, 24% a de idosos

³³Nem todos os impactos das ondas de calor sobre a saúde são negativos, por exemplo, os aumentos de mortalidade observados nos invernos poderiam ser reduzidos por aumentos de temperatura, fato comprovado neste estudo para doenças respiratórias (Barcellos et al., 2009).

e 22% o número de óbitos da população feminina (Dong et al., 2016).

Outro fato verificado é que a amplitude, medida de intensidade desses eventos, exercem efeitos significativos apenas sobre as taxas de mortalidade do aparelho circulatório. Acrescenta-se ainda, que, quanto mais severas, maiores são os efeitos sobre a mortalidade de idosos. Neste contexto, os fatos são mais alarmantes, pois, conforme verificado no capítulo II, o cômputo médio do indicador *HWA* dos municípios brasileiros tem apresentado relativo crescimento na última década.

Quanto ao estágio de desenvolvimento econômico dos municípios brasileiros, esse é um controle significativo. Em geral, os efeitos das ondas de calor são estatisticamente significativos sobre as taxas de mortalidade dos municípios classificados como extremamente pobres. Esses efeitos são particularmente superiores quando associados aos excessos de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias.

Além disso, quanto ao gênero da população, apesar das taxas de mortalidade terem sido relativamente superiores na população masculina, os efeitos das ondas de calor, em geral, são superiores na população feminina. As taxas de mortalidade infantil e de idosos é muito mais vulnerável a eventos de ondas de calor do que aquelas observados em adultos, bem como o mesmo resultado é encontrado para as taxas de mortalidade dos municípios extremamente pobres. Em geral, considera-se que as ondas de calor exercem efeitos diferenciados quanto a idade, o gênero da população e o nível de renda dos municípios³⁴.

3.3.3 Valoração do risco climático das ondas de calor para a Saúde Humana

Nesta seção, com a finalidade de mapear a vulnerabilidade da saúde humana no Brasil dos riscos climáticos, especialmente aos episódios de ondas de calor, pretende-se relacionar os efeitos marginais das ondas de calor sobre a mortalidade e uma medida de Valor Estatístico da Vida, detalhada na próxima subseção. Nesse interim, a equação

³⁴Nesta pesquisa foi constatado que um dos canais pelos quais as ondas de calor afetam a saúde humana é por meio do impacto na fisiologia humana. Entretanto, Han e Foltz (2013) apontam que outro importante canal a ser testado seria o impacto desses eventos sobre o rendimento das famílias, isto é, em busca de algum comportamento de adaptação.

21 cumprirá com esse propósito.

$$E(CM_{itd}) = [V\widehat{SL}_{UF}] \cdot \left[\frac{d\widehat{M}_{itd}}{dhw} \right] \quad (21)$$

em que $E(CM_{itd})$ é o valor médio do custo da mortalidade para cada doença específica, em termos de custo econômico da vida; $\left[\frac{d\widehat{M}_{itd}}{dhw} \right]$ é o efeito marginal médio das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade; e $V\widehat{SL}_{UF}$ é o valor estatístico da vida estimado em cada unidade da federação (UF), por meio da equação 22, apresentada na seção a seguir.

A medida de $E(CM_{itd})$ pode ser interpretada como um cômputo da disposição a pagar/aceitar para contornar os efeitos dos choques climáticos, conforme Deschênes e Greenstone (2011). No caso deste estudo, ela servirá para contabilizar as vidas perdidas decorrente dos efeitos das ondas de calor e sua medida será expressa em reais.

Para apresentar resultados do custo econômico da vida referentes aos episódios de ondas de calor, esta seção será seccionada em duas partes:

A - Estimativas do Valor Estatístico da Vida

B - Cômputo da Disposição a Pagar/Receber para contornar Ondas de Calor.

A - Estimativas do Valor Estatístico da Vida

Em primeiro lugar, de acordo com a literatura revisada, necessita-se esclarecer que o Valor Estatístico da Vida (VSL) trata de uma medida estatística de uma população, ou como um valor marginal dos salários médios a exposição ao risco laboral. Diversas são as maneiras de estabelecer essa medida, mas, a principal delas consiste em avaliar a disposição a aceitar acréscimos salariais em resposta a incrementos na probabilidade de fatalidade (Ashenfelter, 2006).

Segundo Viscusi e Aldy (2002), a literatura especializada é bem difundida e aplicada para diversos países e localidades. Desde a década de 1970 que modelos econométricos, derivadas de um referencial teórico do mercado de trabalho³⁵, tem sido dedicados

³⁵A derivação do modelo teórico que embasa as estimações de VSL recaem sobre um modelo de

a esse *trade-off* entre salários e riscos de fatalidade. Os resultados desses trabalhos oferecem estimativas de VSL levando em consideração diversas características dos trabalhadores³⁶. Apesar da ampla literatura internacional, para o Brasil os resultados quando não são voltados para uma finalidade científica específica, eles são detalhados para uma cidade específica, o caso de São Paulo – SP (Ortiz e Markandya, 2009).

Os resultados alcançados na literatura especializada são bastante diversificados. Johansson, Johansson e O’Connot (1996) estimaram um valor da vida, em torno de 7,4 a 8,9 milhões de dólares, na Suécia. Viscusi e Aldy (2002), a partir da revisão de outros estudos, acreditam que esse valor esteja próximo de 6,6 milhões de dólares. Hakes e Viscusi (2004), num estudo considerando a utilização de cintos de segurança, obtiveram uma estimativa mais ampla num intervalo entre 2,2 e 7,9 milhões de dólares. Para Europa, DG Environment (2000) estimou um valor de vida estatística médio de 1,4 milhões de euros.

Neste estudo, de acordo ao argumentado, estimou-se o comportamento dos ganhos salariais dos trabalhadores em função de fatores de riscos de fatalidade. Essa relação é derivada de um referencial teórico do mercado de trabalho³⁷, cujas principais conclusões extraídas por esses estudos centram-se na constatação que, para o mesmo nível de qualificação profissional, trabalhos com maior risco de doenças ou acidentes tendem a pagar/receber por salários mais elevados (Doucouliagos et al., 2012).

De acordo com a equação 22, apresentada a seguir, espera-se relacionar os níveis salariais de um trabalhador específico com características pessoais, dos postos de trabalho escolhidos e atributos referentes aos riscos de fatalidade inerentes a atividade laboral. Essa perspectiva conjuga-se com a formulação econométrica da análise hedônica do mercado de trabalho, que, associa o valor estatístico da vida aos salários auferidos pelo

decisões arriscadas. Nele a utilidade dos indivíduos com relação as decisões arriscadas é estudada a partir de funções de utilidade esperada, num contexto econômico típico àqueles de loterias. Essas proposições podem ser encontradas no apêndice E.

³⁶Na tabela H.1, do apêndice H, encontram-se um resumo das informações extraídas da literatura que trata do Valor Estatístico da Vida.

³⁷A derivação do modelo teórico que embasa as estimações de VSL, recaem sobre um modelo de decisões arriscadas. Nele a utilidade dos indivíduos com relação as decisões arriscadas é estudada a partir de funções de utilidade esperada, em um contexto econômico típico àqueles de loterias. Essas proposições podem ser encontradas no Apêndice E.

trabalhador. Sendo assim, neste trabalho, entende-se como valor estatístico da vida a disposição a pagar/receber de um trabalhador para contornar os riscos de fatalidade, caso existisse alguma probabilidade de sobrevivência reduzida³⁸. No contexto de uma equação minceriana, estima-se ³⁹:

$$S_i = \alpha + \theta_1 CP_i + \theta_2 CT_i + \gamma_1 p_i + \gamma_2 q_i + \gamma_3 q_i BC_i + \gamma_4 p_i CP_i + \varepsilon_i \quad (22)$$

Em que, S_i é a renda auferida pelo trabalhador i ; CP_i é um vetor de características pessoais de cada trabalhador, como escolaridade, tempo de trabalho, idade, estado civil, raça, e geralmente expressa as preferências dos trabalhadores na busca por empregos; CT_i é um vetor de características de trabalho, como tipo de emprego do trabalhador, tipo de setor econômico que atua, alguma medida de esforço físico associado a cada atividade desempenhada; p_i é o risco de fatalidade associado com o emprego de cada trabalhador, cuja medida ideal seria a média de fatalidades nos últimos meses nos postos de trabalho; q_i é o risco não fatal atrelado a atividade desempenhada; BC_i são os benefícios ou compensações acrescidos aos salários com intuito de minorar o risco que o trabalhador se encontra exposto, cujo valor pretende pagar pelos possíveis acidentes de trabalho sofridos; $p_i CP_i$ é uma interação entre o risco de fatalidade e o perfil dos trabalhadores; α é uma constante ou um coeficiente linear a ser estimado; enquanto, $\theta_1, \theta_2, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$, e γ_4 são parâmetros a serem estimados, e ε_i é um termo de erro aleatório.

Para a estimação da equação 22, conforme as informações adicionadas na seção 3.2.4, foram utilizados dados provenientes da PNAD (Pesquisa Nacional de Amostra-

³⁸Viscusi e Aldy (2002) exemplificam a medida de VSL, com o seguinte raciocínio. Suponha que numa população de determinado tamanho haja a certeza de que um indivíduo morrerá, e, que essa probabilidade de morte seja idêntica entre eles. Diante dessa certeza, os indivíduos apresentam uma disposição a pagar/aceitar para anular essa probabilidade de morte. Portanto, se, para anular 1% desse risco eles estiverem dispostos a pagar/receber 10 dólares, para eliminar a certeza de morte (100% de risco), uma população de 15.000 indivíduos pagará 15 milhões de dólares, sendo este portanto o valor estatístico de uma vida

³⁹A equação proposta por Jacob Mincer, em 1974, é a formulação teórica para estudar a composição do salário de um trabalhador, a partir de retornos a educação, experiência e a outros atributos, como riscos laborais.

gem Domiciliar)⁴⁰. Os dados da PNAD não são dimensionados por município, mas codificados por Unidades da Federação. Exatamente por isso computou-se uma medida de VSL para cada estado brasileiro. Além disso, durante a estimação dos modelos expressos pela equação 22, foram utilizados testes de multicolinearidade, bem como os erros-padrão foram reamostrados na tentativa de contornar possíveis problemas de heterocedasticidade.

A partir das informações de 362.554 trabalhadores disponibilizados pela PNAD (2013), estimou-se o Valor Estatístico da Vida (VSL) para os estados brasileiros. Essa amostra abrangeu todos os respondentes da pesquisa no ano de 2013, incluindo pessoas com as mais diversas características laborais de todos os estados brasileiros. Nessa amostra, em termos de mercado de trabalho, existem indivíduos desempregados, empregadores e empregados, com ou sem carteira assinada. Inicialmente, uma série de estatísticas descritivas foram extraídas com a finalidade de caracterizar esses trabalhadores. No apêndice F, essas estatísticas, dispostas nas Figuras F.6 a F.9, caracterizam os trabalhadores quanto ao seu nível de sindicalização, escolaridade, cor ou raça, rendimento médio e o nível de exposição ao risco laboral.

Os resultados do *trade-off* entre rendimentos e risco laboral podem ser verificados nas Tabelas G.22 a G.26, do Apêndice G. A maioria dos regressores incluídos nestes modelos foram significativos a 1% para explicar os rendimentos dos trabalhadores. O coeficiente de interesse é aquele relacionado ao risco laboral, pois, em conformidade com Aldy e Viscusi (2002), ele é um dos elementos para o cálculo do VSL⁴¹. A estimativa de $\hat{\gamma}_1$ pode ser interpretada como o efeito marginal dos salários ao risco, isto é, da ótica da disposição a pagar, as variações monetárias a acréscimos percentuais de risco.

Os resultados encontrados para o Brasil foram diferenciados para cada um dos estados brasileiros, considerando o salário médio neles auferido pelos trabalhadores.

⁴⁰No momento da estimação, os dados mais recentes dessa pesquisa eram aqueles de 2013.

⁴¹A variável risco laboral foi interagida com a escolaridade dos trabalhadores, com a finalidade de adquirir variabilidade entre os trabalhadores. Espera-se que com este procedimento, o risco laboral seja diferenciado entre os trabalhadores pelo menos quanto ao nível de estudos, afinal, espera-se que quanto maior a escolaridade e maior o risco laboral, maior será os rendimentos dos trabalhadores. Portanto, a variável de risco laboral é equivalente ao logaritmo do produto entre a medida de risco e a escolaridade do respectivo trabalhador.

Esses resultados podem ser visualizados no gráfico da Figura 3.3, afinal ele ordena os estados quanto a medida de VSL computada.



Fonte: Resultados da pesquisa, 2015.

Nota: Todos os valores estatísticos da vida apresentados no gráfico estão expressos em reais.

Figura 3.3 – Gráfico do Valor Estatístico da Vida (em reais) para unidades da federação - 2013.

De acordo com os resultados alcançados, o maior VSL foi estimado para São Paulo, exatamente 5.815.153 reais, enquanto o menor foi encontrado para o estado do Tocantins, 327.791 reais. Isto é, o VSL estimado no mercado de trabalho brasileiro para São Paulo é cerca de 20 vezes maior do que aquele estimado para o Tocantins. Quanto aos demais estados, os resultados são bastante heterogêneos, e parecem variar bastante com o nível da atividade econômica de cada região brasileira. Rio Grande do Sul e Distrito Federal são aqueles estados onde o VSL está estimado na faixa de 3 a 4 milhões de reais, aproximadamente. Estados como a Distrito Federal, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná são aqueles estados que o VSL está centrado na faixa de 2 a 3 milhões de reais. Todos os outros estados apresentaram medidas de VSL inferiores a 2 milhões, destacando alguns estados como o Acre, Roraima, Tocantins e Rondônia onde a medida não extrapolou 500.000 reais.

Para fins de comparabilidade com outros estudos, todos os valores estatísticos da vida foram convertidos em dólares americanos, conforme a taxa de câmbio de 2013.

Dessa forma, foi possível notar que o VSL de São Paulo, por exemplo, foi aproximadamente 2,7 milhões de dólares. Esse valor aproxima a vida de um paulista próximo ao valor estimado para Nova Zelândia e Hong Kong (Guria et al. (1999); Siebert e Wei (1998)). Os valores estatísticos da vida do Rio Grande do Sul, Distrito Federal, Santa Catarina, Minas Gerais e Rio de Janeiro, em termos comparativos, são equivalentes aqueles estimados para Taiwan (Hsuch e Wang, 1987).

Por fatores econômicos dos países, como as diferenças de salários médios recebidos pelos trabalhadores, os valores estatísticos da vida encontrados para os estados brasileiros ainda estão muito aquém da maioria daqueles encontrados na literatura especializada. Quando comparado com países desenvolvidos, exemplo de Japão, Estados Unidos e Reino Unido, até mesmo o VSL de São Paulo, o mais elevado do Brasil, é pouco expressivo. Em média, o VSL de São Paulo é quatro vezes menor do que aqueles estimados para o Reino Unido. O único estudo encontrado destinado ao cômputo do VSL brasileiro, realizado por Ortiz, Markandya e Hunt (2009), mesmo utilizando o método do valor contingencial para a cidade de São Paulo, também apresentam estimativas muito aquém desses países desenvolvidos. Entretanto, vale ressaltar que o VSL encontrado pra São Paulo é bastante próximo daquele estimado pelos autores, que foi 2.070.000 dólares. Não obstante, é válido ressaltar que a parte qualquer estimativa encontrada, os mesmo autores acreditam que o VSL de São Paulo, em 2009, esteja centrado no intervalo de 0,77 a 1,31 milhões de dólares.

Ainda sobre os resultados encontrados na literatura especializada, eles são bastante diversificados. Johanesson, Johanesson e O'Connot (1996) estimaram um valor da vida em torno de 7,4 a 8,9 milhões de dólares, para a Suécia. Viscusi e Aldy (2002), a partir da revisão de outros estudos, acreditam que esse valor seja próximo de 6,6 milhões de dólares. Hakes e Viscusi (2004), em um estudo considerando a utilização de cintos de segurança, obtiveram uma estimativa mais ampla num intervalo entre 2,2 e 7,9 milhões de dólares. Para a Europa, DG Environment (2000) estimou um VSL médio de 1,4 milhões de euros.

Para mais detalhes sobre o valor estatístico da vida estimados para todos os estados,

expressos em dólares americanos, segue o mapa da Figura 3.4.



Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores representados no mapa foram computados em dólares americanos de 2013, ano da PNAD utilizada. A vantagem de expressá-los em dólares é a possibilidade de comparação com outros estudos encontrados na literatura. Vale ressaltar que esses valores poderiam ser atualizados com a PNAD divulgada para 2014, mas, durante a estimação, a pesquisa ainda não havia sido divulgada.

Figura 3.4 – Mapa dos Valores Estatísticos da Vida por Unidade da Federação.

A partir dos resultados alcançados é possível tecer algumas outras considerações. Uma delas recai sobre a impossibilidade de estimar um único valor estatístico da vida para todo o Brasil, como é feito para vários países. Afinal, essa medida apresenta valores estatisticamente diferenciados para cada estado do país. Sobre os resultados estimados, eles permitem compreender que regiões brasileiras menos desenvolvidas eco-

nomicamente apresentam VSL inferiores. Ainda, em conformidade com as estimativas de Ortiz, Markandya e Hunt (2009), no que tange políticas salariais, torna-se evidente a disparidade de renda que existe no Brasil, o que, de fato, explica as distintas disposições a pagar dos trabalhadores brasileiros ao se exporem aos riscos no mercado de trabalho.

Além disso, a contribuição desse tipo de valoração é de fato entender que políticas ambientais, de saúde ou sociais podem desfrutar de uma medida capaz de compreender as perdas econômicas atreladas à vida humana. Nesse sentido, quaisquer estudos voltados a compreensão da mortalidade no Brasil ganham reforço, afinal torna-se evidente os custos de oportunidade na perda de um trabalhador por doenças, epidemias, acidentes laborais, dentre outras razões.

B - Disposição a pagar para evitar as ondas de calor

Nesta seção foram relacionados os resultados estimados dos efeitos marginais das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade e o valor estatístico da vida. A medida redundante do produto dessas estimativas é a disposição a pagar/aceitar para contornar os efeitos das ondas de calor (Deschênes e Greenstone, 2013). Os cálculos foram feitos para as doenças infecciosas/parasitárias, respiratórias e do aparelho circulatório. Além disso, os resultados foram diferenciados nos estados brasileiros, conforme as Tabelas 3.4 e 3.5.

Tabela 3.4 – Disposição a pagar para contornar os efeitos das ondas de calor nos estados brasileiros, em reais.

UF	Grupo de Doenças			UF	Grupo de Doenças		
	Respiratorio	Circulatório	Infecciosas		Respiratorio	Circulatório	Infecciosas
Acre	-0,23	0,36	16,75	Paraíba	-11,29	1,89	43,41
Alagoas	-5,63	0,94	21,63	Pernambuco	-13,63	3,29	32,91
Amazonas	-0,35	0,54	25,27	Pauí	-12,25	2,05	47,09
Amapá	-0,36	0,55	25,67	Paraná	-10,77	1,80	41,39
Bahia	-14,71	2,46	56,55	Rio de Janeiro	-10,28	1,72	39,53
Ceará	-15,03	2,52	57,79	Rio Grande Norte	-13,49	3,26	32,56
Dist. Federal	-2,53	5,07	190,99	Rondônia	-11,53	5,40	150,15
Esp. Santo	-4,46	2,09	58,04	Roraima	-0,34	0,52	24,69
Goiás	-0,90	1,81	68,21	Rio Grande Sul	-0,25	0,39	18,14
Maranhão	-0,35	0,71	26,66	Santa Catarina	-12,00	2,90	28,98
Minas Gerais	-0,59	1,18	44,38	Sergipe	-20,68	9,69	26,31
Mato G. Sul	-14,22	2,38	54,66	São Paulo	-3,51	0,59	13,50
Mato Grosso	-11,11	5,20	144,67	Tocantins	-0,34	0,53	24,78
Pará	-0,45	0,68	32,11				

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

De acordo com os resultados expostos na Tabela 3.4, em média, a disposição a pagar/aceitar por habitante para contornar os efeitos das ondas de calor sobre o bem-estar relacionado a saúde é de 49,8 e 2,25 reais por habitante, por óbitos causados por doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório, respectivamente. Com relação aos óbitos por doenças do aparelho respiratório, deixa-se de gastar, em média,

11,3 reais por habitante, em média.

Essas medidas variam muito, conforme os efeitos provocados pelas ondas de calor sobre as taxas de mortalidade em cada estado brasileiro. Por exemplo, o custo para contornar os efeitos de uma onda de calor sobre doenças do aparelho circulatório são praticamente nulos nos municípios do Rio Grande do Sul, não ultrapassam 40 centavos por habitante. Em contrapartida, o custo de contornar os efeitos de uma onda de calor sobre os óbitos por doenças infecciosas e parasitárias nos estados do Distrito Federal e Mato Grosso ultrapassam 100 reais por habitante.

Considerando a renda média mensal dos brasileiros equivalente a 1.152 reais (PNAD, 2013), os custos médios das ondas de calor sobre a mortalidade por doenças infecciosas e do aparelho circulatório representam cerca de 4,2% desse rendimento, caso o financiamento desses custos fossem privados. Caso os custos com a mortalidade fossem assumidos com exclusividade pelo governo, eles representariam aproximadamente 7,5% do total de receitas do Governo Federal ⁴².

Além da incidência das ondas de calor, foi valorado a duração média das ondas de calor. Essa medida revela a disposição a pagar/aceitar média dos brasileiros para contornar o prolongamento de mais um dia das ondas de calor. De acordo aos resultados expostos na Tabela 3.5, no caso de doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório, 12 reais e 30 centavos seriam as médias de disposição a pagar/aceitar pelos efeitos de um dia adicional de onda de calor na mortalidade, respectivamente. Em média, a mesma medida por doenças respiratórias poupariam gastos individuais de 70 centavos por um dia a mais de calor extremo.

Com relação aos estados brasileiros, o custo adicional por habitante de mais um dia de onda de calor está entre 27 e 25 reais nos estados do Distrito Federal e Mato Grosso. Mais detalhes do custo adicional de mais um dia de calor extremo podem ser encontrados na Tabela 3.5.

⁴²De acordo com o Portal da Transparência do Governo Federal Brasileiro, estima-se que o total de receitas do Governo Brasileiro seja 3,4 trilhões de reais.

Tabela 3.5 – Disposição a pagar para contornar os efeitos de um dia adicional na duração média das ondas de calor, para os estados brasileiros no período de 1998-2015, em reais.

UF	Grupo de Doenças		
	Respiratorio	Circulatório	Infeciosas
Acre	-0,11	0,02	1,93
Alagoas	-0,28	0,06	4,84
Amazonas	-0,17	0,04	2,92
Amapá	-0,17	0,04	2,97
Bahia	-0,73	0,15	12,66
Ceará	-0,75	0,16	12,94
Dist. Federal	-1,68	0,35	29,06
Esp. Santo	-0,62	0,13	10,69
Goiás	-0,60	0,12	10,38
Maranhão	-0,23	0,05	4,06
Minas Gerais	-0,39	0,08	6,75
Mato G. Sul	-0,71	0,15	12,24
Mato Grosso	-1,54	0,32	26,65
Pará	-0,21	0,04	3,71
Paraíba	-0,56	0,12	9,72
Pernambuco	-0,98	0,20	16,90
Pauí	-0,61	0,13	10,54
Paraná	-0,53	0,11	9,27
Rio de Janeiro	-0,51	0,11	8,85
Rio Grande Norte	-0,97	0,20	16,73
Rondônia	-1,60	0,33	27,66
Roraima	-0,16	0,03	2,85
Rio Grande Sul	-0,12	0,03	2,10
Santa Catarina	-0,86	0,18	14,89
Sergipe	-2,86	0,60	49,61
São Paulo	-0,17	0,04	3,02
Tocantins	-0,17	0,03	2,86

Fonte: Resultados da Pesquisa, 2016.

Vale ressaltar que, embora essas medidas sejam sinalizadoras dos efeitos das ondas de calor sobre o bem-estar relacionado a saúde, esses efeitos podem estar subestimados. Afinal, elas não consideram as possibilidades de adaptação dos indivíduos com relação

ao calor extremo. Isto é, o ideal seriam estimativas que considerassem ao longo do período de análise, os efeitos do consumo de aparelhos de refrigeração e ventilação sobre as taxas de mortalidade, pois essas medidas poderiam reduzir os custos para contornar os efeitos das ondas de calor. O estudo de Souza (2013) realizado para o Brasil aponta que, em meses com temperaturas médias superiores a 27° C, o consumo médio de energia elétrica aumenta 1,5% nos setores residenciais.

3.4 Conclusão

O objetivo central deste capítulo foi analisar os impactos de fenômenos climáticos extremos, especialmente dos eventos de ondas de calor, sobre o bem-estar relacionado a saúde nos municípios brasileiros, ao longo dos anos de 1998 a 2015. Em específico, os efeitos das ondas de calor foram estudados quanto a sua incidência, duração, frequência e amplitude sobre as taxas de mortalidade por doenças infecciosas, parasitárias, respiratórias e do aparelho circulatório.

Por meio de modelos em painel com variável dependente truncada, verificou-se que as ondas de calor exercem impactos significativos e bastante heterogêneos sobre as taxas de mortalidade no Brasil. Este efeito é ainda mais intenso em alguns grupos demográficos mais vulneráveis, como crianças e idosos. Os resultados encontrados neste estudo convergiram com outros trabalhos que estudaram os efeitos das mudanças climáticas sobre a saúde humana. Embora evidências tenham demonstrado que, no Brasil, os efeitos das temperaturas médias têm sido mais adversos sobre crianças, neste trabalho o grupo demográfico que apresentou maior vulnerabilidade a choques extremos de calor foram os idosos, ou seja, pessoas com idade superior a 60 anos. Esse tipo de resultado é bastante comum em estudos para Europa e Estados Unidos.

As políticas públicas, sejam elas campanhas preventivas ou de direcionamento de recursos hospitalares, deveriam voltar-se de forma mais contundente nos estados da região Centro-oeste. Os municípios dos estados de Goiás, Mato Grosso, Distrito Federal e Tocantins foram aqueles que as ondas de calor foram mais frequentes, mais persis-

tentes e intensas, bem como exerceram os maiores impactos nas taxas de mortalidade por doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho respiratório.

Ainda, no tocante as políticas públicas, estima-se que os custos médios para contornar os efeitos das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade é aproximadamente 50 reais e 2,25 centavos por habitante, para as doenças infecciosas/parasitárias e do aparelho circulatório, respectivamente. Além disso, o custo incremental de mais um dia de onda de calor é aproximadamente 12 reais e 20 centavos para as respectivas doenças.

Ao contrário desses resultados, verificou-se que as taxas de mortalidade por doenças do aparelho respiratório são influenciadas negativamente pelas ondas de calor. No tocante a valoração, constatou-se que políticas públicas poupariam aproximadamente 8 reais por habitante. As reduções nas taxas de mortalidade por doenças respiratórias é ainda maior nos municípios de clima subtropical, ou, naqueles municípios dos estados da região Sul, em especial, Rio Grande do Sul e Paraná.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma análise ainda mais desagregada das taxas de mortalidade, talvez por doenças específicas, já que se é conhecido que o grupo de doenças infecciosas e parasitárias é aquele mais sensível a choques extremos de calor. Adicionalmente, sugere-se que testes empíricos sejam empregados para verificar os efeitos antecipação (*harvesting effect*) das ondas de calor sobre as taxas de mortalidade. Recomenda-se também um estudo complementar sobre o comportamento dos brasileiros no sentido de contornar ou mitigar os efeitos do calor extremo.

REFERÊNCIAS

ALVES, D., BELLUZO, W. Infant Mortality and Child health in Brazil. *Economics and Human Biology*, 2, p. 391-410, 2004.

ANDO, M. S., YAMAMATO, S., ASANUMA, S. Global Warming and heatstroke. *Japanese Journal of Biometeorology*, v. 41, n. 1, p. 45-49, 2004.

ASHENFELTER, O. Measuring the Value of Statistical Life: Problems and Prospects. Working Paper N. 11916, Princeton University, 2006.

BARATA, M. M; CONFALONIERI, U. C. Mapa da vulnerabilidade da população do estado do Rio de Janeiro aos impactos das mudanças climáticas nas áreas social, saúde e ambiente. FIOCRUZ, Belo Horizonte, 2011.

BAYOT, B., S. SONNENHOLZNER, X. OCHOA, J. GUERRERRO, T. VERA, J. CALDERÓN, I. de BLAS, M. del Pilar CORNEJO-GRUNAUER, S. STERN, e F. OLLEVIER . An Online Operational Alert System for the Early Detection of Shrimp Epidemics at the Regional Level Based on Real-time Production. *Aquaculture*. V. 3, n. 277, pg. 164-173, 2008.

BRASIL, Ministério da Saúde – MS. Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima. Brasília – DF, junho de 2013. Disponível em: <http://www.mma.gov.br /images/arquivo/80076/Saude.pdf> Acesso em: jun. 2015.

BRASIL, Ministério da Saúde – MS. Mudanças climáticas e ambientais e seus efeitos na saúde: cenários e incertezas para o Brasil. Brasília – DF, Organização Pan-Americana da Saúde, 2008.

BARCELLOS, C. et al. Mudanças climáticas e ambientais: cenários e incertezas. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. V. 18, n. 3, p. 285-304, 2009.

CHOI, G. Y., CHOI, J. N., KNOW, H. J. The impact of high apparent temperature on the increase of summertime disease-related mortality in Seoul: 1991-2000. *Journal Preventive Medicine Health*, ed. 38, p. 328-290, 2005.

CID-2010. Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados a Saúde. Organização Mundial da Saúde, OMS, 2010.

CONFALONIERI, U. E . C., MENNE, B. Human Health. *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University, p. 213-236. Cambridge, 2007.

CURRIERO, F. C. et al. Temperature and mortality in eleven cities of the eastern United States. *American Journal of Epidemiology*, p. 80-87, 2002.

DATA-SUS. Banco de Dados do Sistema Único de Saúde. Acesso em: maio de 2015. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. Climate change, mortality, and adaptation: evidence from annual fluctuations in weather in the US. Cambridge: National Bureau of Economic Research, June 2007. (NBER Working Paper Series, n. 13.178). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w13178>>. Acesso em: abr. 2015.

DESCHENES, O.; GREENSTONE, M. Climate change, mortality, and Adaptation: Evidence from Annual Fluctuations in Weather in the US. *American Economic Journal: Applied Economics*. N. 3, p. 152-185, 2011.

DESCHENES, O.; MORETTI, E. Extreme weather events, mortality and migration. *Review Economics Statistics*, n.91, v.4, p. 659-681, 2009.

DG Environment – The Environment European Commission. *Environment and Health*. Reino Unido, 2000.

DONG, W.; et al. Impact of Heat Wave Definitions on the Added Effect of Heat Waves on Cardiovascular Mortality in Beijing, China. *Environmental Research and Public Health*. N. 13, p. 1-12, 2016.

DOUCOULIAGOS, C., STANLEY, T. D., GILES, M. Are estimates of the value of a statistical life exaggerated? *Journal of Health Economics*. 0Ed. 31, p. 197-206, 2012.

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. *Climate Change and Food Security: a framework document*. Interdepartmental Working Group on Climate Change. Roma, 2008.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. *The Journal of Political Economy* v.80, n.2, 223-255, 2000.

HAKES, J. K.; VISCUSI, W. K. Dead Reckoning: Demographic Determinants of the Accuracy of Mortality risk perceptions. *Risk Analysis*, n. 3, pg. 651-665, 2004.

HAN, P.; FOLTZ, J. The Impacts of Climate Shocks on Child Mortality in Mali. *Annals of Agricultural and Applied Economics Association's 2013*. AAEA e CAES Joint Annual Meeting. Washington, 2013.

IPCC - International Panel on Climate Change, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Core writing team: Pachauri, R. K.; Reisinger, A. (Eds.). Geneva: IPCC, 104 p., 2007.

IPCC - International Panel on Climate Change, 2013. Climate Change 2013: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 104 p., 2013.

JOHANESSON, M.; JOHANSSON, P.; O'CONNOR, R. M. The value of private safety versus the value of public safety. *Journal of Risk and Uncertainty*, v.13, pg. 263-276, 1996.

LINARES, C. et al. Impact of heat and cold waves on circulatory-cause and respiratory-cause mortality in Spain: 1975–2008. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, v.29, n.8, p. 2037-2046, 2015.

LOWE, R. et al. The development of an earlier warning system for climate-sensitive disease risk with a focus on dengue epidemics in Southeast Brazil. *Statistics in medicine*, 2012.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. FBDS, 2009. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>

MENDELSON, R., W. NORDHAUS, e D. SHAW. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis. *American Economic Review*. 84(4): 753-71, 1999.

MENDES, C. S. Mudanças Climáticas e seus impactos econômicos sobre a saúde humana: uma análise da leishmaniose e da dengue no Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, 2013.

MENDONÇA, M. J. C., MOTTA, R. S. de. Saúde e Saneamento no Brasil. Planejamento e Políticas Públicas, v. 30, jun. 2013. IPEA, Rio de Janeiro.

NAIRN, J., R. FAWCETT, and D. RAY. Defining and predicting excessive heat events: A national system. CAWCR Technical Report 017, 83–86, 2009.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Quantitative Risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Department for International Development, Reino Unido, 2014.

OPS - Organização Panamericana da Saúde. Evaluación de los efectos de la contaminación del aire en la salud América Latina y el Caribe. Washington, 2005.

ORTIZ, R. A.; MARKANDYA, A.; HUNT, A. Willingness to pay for mortality risk reduction associated with air pollution in São Paulo. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 63, n. 1, p. 3-22, jan/mar, 2009.

PEREDA, P. C.; ALVES, D. C. O.; RANGEL, M. A. Elementos Climáticos e Incidência de Dengue: Teoria e Evidência para Municípios Brasileiros. Não publicado, 2013.

PEREDA, Paula Carvalho. Long-and short-run climate impacts on Brazil: theory and evidence for agriculture and health. 2012. Tese (Doutorado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Acesso em: jun/2016.

PERKINS, S. E. and L. V. ALEXANDER. On the Measurement of Heat Waves. *Journal of Climate*, 26, 4500-4517, 2013.

RAHMSTORF, S.; COUMOU, D. Increase of extreme events in a warming world. *PNAS*, v.108, n. 44, pg. 17905-17909. Disponível em: <http://www.pnas.org/content/108/44/17905.full.pdf> Acesso em: jun. 2015.

REITER, P. et al. Global warming and malaria: a call for accuracy. *Lancet Infectious Diseases*, v. 6, n. 4, p. 323-324, 2004.

REITER, P. Climate change and mosquito-borne disease. *Environmental Health Perspectives*. V. 109, p. 141-161, 2001.

ROGERS, D.J.; RANDOLPH, S. E. The global spread of malaria in a future. *Warmer World Science*. N. 5485, v. 289, p. 1763-1766, 2000.

ROSEMBERG, E.; ALVES, D.; TIMMINS, C.; Evenson, R. Health, Climate and Development Brazil: a cross-section analysis. Inter-American Development Bank, 2000.

SCHULTZ, P.; et al. Health and climate change in the developing world: the impact of global warming on Brazilian morbidity patterns. Yale University Discussion paper, 2003.

SOUZA, E. C. et al. Impactos das Mudanças Climáticas sobre o Bem-Estar relacionado à saúde no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, pg. 49 a 86, v. 43, 2013.

THALER, R; ROSEN, S. The Value of Saving Life: Evidence of the Labor Market. In N. E. Terleckyj (ed.). Household Production and Consumption. New York, Columbia University Press, 1975. P 265-300.

VISCUSI, K. W., Regulation of Health, Safety, and Environmental Risks. NBER Working Paper Series. National Bureau of Economic Research. Cambridge, 2006a. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w11934> Acesso em: mai, 2015.

VISCUSI, K. W. Monetizing the Benefits of Risk and Environmental Regulation. Aei-Brookings Joint Center for Regulatory Studies. Harvard, 2006b. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=979335> Acesso em: mai 2015

VISCUSI, K. W., ALDY, J. E. The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World. Harvard Law School John M. Olin Center fo Law, Economics and Business Discussion Paper Series. Paper 392, 2002. Disponível em: <http://lsr.nellco.org//harvardolin/392> Acesso em : jan.2015.

VIVEIROS, J. A. G. A Influência das Alterações Climáticas nas Patologias Respiratórias. Trabalho apresentado ao Programa de Mestrado em Medicina da Universidade de Coimbra, 2014. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt> Acesso em: dez. 2016.

WBCSD – World Business Council for Sustainable Development. Water, Energy and Climate Change, a contribution form the business community. Turquia, 2009.

3.5 APÊNDICE C

Descrições Epidemiológicas

Tabela C.1 – Algumas características dos grupos de doenças infecciosas e parasitárias, do aparelho circulatório e do aparelho respiratório.

Doenças Epidemias	Descrição	Regiões brasileiras afetadas
Respiratórias	Afetam órgãos do sistema respiratório, são elas: asma, rinite, bronquite, pneumonias, câncer do pulmão, etc. Consideradas, no mundo todo, como a terceira principal causa de mortes. Dentre os principais fatores de risco, destacam-se os poluentes atmosféricos e a população em geral.	Regiões metropolitanas: São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e outras
Cardiovasculares	Afetam os vasos sanguíneos, incluindo artérias e veias, ou, todas aquelas doenças que afetam o sistema circulatório. Dentre elas o enfarto do miocárdio, acidentes vasculares cerebrais, anginas, isquemias, etc. Altas temperaturas podem aumentar o risco de morte para pacientes pré-diagnosticados	Região Sul e Sudeste
Transmissíveis por vetores	Malária, dengue, febre amarela são algumas doenças transmitidas por vetores. A dengue é a doença transmitida por mosquito que mais se espalha no Brasil e no mundo. A malária tem sido considerada uma das doenças transmitidas por vetores mais letais em todos os países.	Todas as regiões brasileiras
Diarreicas	Síndromes causadas por bactérias, vírus e parasitas. Importante causa de morbidade no Brasil e demais países subdesenvolvidos. O público alvo é geralmente crianças, idosos e residentes de regiões de baixo desenvolvimento humano.	Regiões Nordeste, Centro-oeste e Norte
Transmissíveis pela água	A principal causa é a ingestão de água contaminada ou a alimentação por alientos lavados por água infectada. Regiões com elevados índices de precipitação e péssimas condições de saneamento básico são aquelas mais vulneráveis.	Regiões Nordeste, Centro-oeste e Norte

Fonte: CID, 2010. Tabela confeccionada pelo autor.

Nota: As doenças cardiovasculares foram agrupadas no grupo CID-09, que é intitulado por Doenças do Aparelho Circulatório. As doenças respiratórias foram agrupadas no capítulo CID-10, denominado por Doenças do Aparelho Respiratório. As doenças transmissíveis por vetores, pela água e as doenças diarreicas foram agrupadas no capítulo CID-1.

Tabela C.2 – Critérios para definição dos grupos de doenças.

Critérios para seleção de doenças
I - Evidências de que uma doença possa estar relacionada a fatores climáticos
II - Avaliação do risco de adoecer e/ou morrer como resultado da doença
III - Vulnerabilidade da doença (quais tecnologias são utilizadas para sua prevenção)
IV - Disponibilidade de dados

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Com base nos critérios estabelecidos na Tabela C.2, as doenças estudadas foram agrupadas em: cardiovasculares e do aparelho circulatório (CID-9); respiratórias (CID-10); e doenças infecciosas e parasitárias (CID-1). No capítulo 1 da CID, dentro desse grupo de doenças infecciosas/parasitárias, estão incluídas doenças diarreicas, malária, dengue, febre hemorrágica da dengue, febre amarela, etc.

3.6 APÊNDICE D

Derivação matemática do modelo teórico

Esta seção se dedica a derivação e solução matemática do modelo básico proposto na metodologia. Esse modelo foi proposto por Deschênes e Greenstone (2011) a partir do modelo de produção Becker-Grossman (Grossman, 2000).

D.1.1 - Formulação do Problema do Consumidor, considerado uma função de sobrevivência condicionada ao clima:

$$\max U(x_c, s(x_H, T(t, hw, c)))$$

$$s.a. R = p_{x_c}x_c + \rho x_H$$

D.1.2) Método de solução: multiplicador de Lagrange para maximizações restritas.

$$L = U(x_c, s(x_H, T(t, hw, c))) + \lambda(R - p_{x_c}x_c - \rho x_H)$$

D.1.2.1) Condições de primeira ordem:

$$\frac{dL}{dx_c} = \frac{dU}{dx_c} - \lambda p_{x_c} = 0$$

$$\frac{dL}{dx_H} = \frac{dU}{ds} \frac{ds}{dx_H} - \lambda \rho = 0$$

$$\frac{dL}{d\lambda} = R - p_{x_c}x_c - \rho x_H = 0$$

Se $p_{x_c} = 1$, isto é, o numerário.

D.1.2.2) Solução de Equilíbrio:

$$\lambda = \frac{dU}{dx_c} = \frac{\frac{dU}{ds} \frac{ds}{dx_H}}{\rho}$$

$$\rho = \frac{\frac{dU}{ds} \frac{ds}{dx_H}}{\frac{dU}{dx_c}}$$

D.1.2.3) Substituindo a relação encontrada em (1) na Restrição Orçamentária, encontra-se as seguintes demandas marshallianas:

$$x_c^* = (R, \rho, T(t, hw, c))$$

$$x_H^* = (R, \rho, T(t, hw, c))$$

D.1.2.4) De tal forma, a Renda ótima pode ser expressa por:

$$R = x_c^* + \rho x_H^*$$

$$R^*(T(hw)) = x_c^* + \frac{\frac{dU}{ds} \frac{ds}{dx_H}}{\frac{dU}{dx_c}} \cdot x_H^*$$

D.1.3) Substituindo as demandas ótimas na função utilidade, encontra-se a Função Utilidade Indireta (V), $V(R^*(T(hw)), \rho, T(hw))$, para um dado nível de preços constantes $\frac{\rho}{p_{x_c} = \bar{\rho}}$

D.1.3.1) Dessa forma, calcula-se o efeito marginal da Temperatura sobre a Função Utilidade Indireta:

$$\frac{dV}{dT} = V' \left(\frac{dR^*(T(hw))}{dhw} + \frac{dV(T(hw))}{dhw} \right) = 0$$

D.1.3.2) Respeitando o problema da dualidade, conforme o Teorema de Roy:

$$x_H^* = \frac{\frac{dV}{d\rho}}{\frac{dV}{dR^*(T(hw))}} = \bar{\rho} \left(\frac{dV}{dR^*(T(hw))} \right)^{-1}$$

$$x_c^* = \frac{\frac{dV}{dp_{x_c}}}{\frac{dV}{dR^*(T(hw))}} = \left(\frac{dV}{dR^*(T(hw))} \right)^{-1}$$

D.1.3.3) Calcula-se a disposição a pagar para amenizar as variações excessivas nas temperaturas e precipitações:

$$\frac{dR^*(T(hw))}{dhw} = -\frac{\frac{dV}{dT}}{\frac{dV}{dR}} = -\rho \frac{\frac{ds}{dT}}{\frac{ds}{dx_H}}; \text{ se}$$

$$\frac{ds(T(hw))}{dhw} = \frac{ds}{dx_H(T(hw))} \frac{dx_H(T(hw))}{dhw} + \frac{ds}{dhw}$$

Conclui-se que:

$$\frac{dR^*(T(hw))}{dhw} = -\rho \frac{\frac{ds}{dx_H}}{\frac{dx_H}{dhw}} + \frac{ds}{dhw} = -\frac{\frac{ds}{dhw} \frac{dU}{ds}}{\lambda} + \rho \frac{dx_H}{dhw}$$

Dadas as imposições, $\frac{ds}{dhw} \leq 0$ e $\frac{dx_H}{dhw} \geq 0$

Interpreta-se o termo $\frac{\frac{dU}{ds}}{\lambda}$ como o valor da desutilidade de uma variação na taxa de sobrevivência, ou seja, o valor de uma vida estatística (Thaler e Rosen, 1976).

D.2 Modelo de Grossman

Este modelo tem sido empregado para contabilizar diferenças entre a saúde, tratada como um bem econômico, e cuidados médicos como um dos muitos insumos considerados na produção de saúde (Grossman, 2000).

O pressuposto básico considera que a saúde é um bem durável, que produz um "estado de saúde" em cada período do tempo (H_1, \dots, H_t) . Esses estados de saúde influenciam o bem-estar dos indivíduos, que são representados por funções de utilidade $U(X_0, \dots, X_T; H_0, \dots, H_T)$. Sendo assim, Grossman (2000) considera que os indivíduos desejam ter melhores condições de saúde, por que um "bom" estado de saúde pode ser classificado tanto como um bem de consumo quanto um bem de investimento. Essa classificação se fundamenta por que um adequado estado de saúde afeta positivamente a função de utilidade, bem como aumenta a quantidade de horas disponíveis para atividades laborais ou não-laborais (Pereda et al., 2013).

Ao considerar que a saúde é um bem de capital, define-se que os indivíduos apresentam um estoque inicial de saúde (H_0) que se deprecia a uma taxa de depreciação δ ⁴³.

O investimento em saúde (I_t) pode ser definido pela seguinte função:

$$I_t = g(CM_t, E_t, \gamma_t, TH_t)$$

em que CM_t é um vetor de bens de cuidados médicos, E_t refere-se ao estoque de capital humano, TH_t uma variável de tempo para a saúde, um exemplo seria o tempo necessário para atendimento médico. Além disso, γ_t considera o comportamento específico dos indivíduos, tais como hábitos saudáveis de vida.

Assim, $I_t - \delta H_t = H_{t+1} - H_t$, ou seja, os investimentos líquidos afetam a variação temporal nos estados de saúde. Esses investimentos líquidos revelam a possibilidade dos indivíduos influenciarem o seu estado de saúde, seja por meio da escolaridade ou

⁴³A depreciação ocorre uma vez que a resistência a saúde diminui, caso investimentos não sejam realizados. Assim $\delta_t = f(S_t, a_t)$, em que S_t são fatores ambientais e a_t a idade dos indivíduos (Pereda et al., 2013). Em Grossman (2000), considera-se apenas que a depreciação é exógena e varia em relação a idade dos indivíduos.

pela compra de bens médicos, o que permite a definição de uma função de produção de saúde para os indivíduos.

Para maximizar $U(X_0, \dots, X_T; H_1, \dots, H_T)$, Grossman(2000) especificou duas restrições, uma restrição orçamentária intertemporal e outra temporal. A restrição orçamentária intertemporal pode ser definida pela seguinte equação:

$$\sum \left(\frac{P_t^{CM_t} + P_t^X X_t}{(1+r)^t} \right) = \sum \left(\frac{W_t T W_t}{(1+r)^t} \right) + A_0$$

em que P_t^{CM} e P_t^X são os respectivos preços de CM_t e X_t , W_t é o salário por hora, TW_t é o número de horas de trabalho. A_0 é o estoque inicial de riqueza e "r" é a taxa de juros do mercado [Grossman (2000), Pereda et al. (2013)].

A restrição temporal requer que Ω , a quantidade total de tempo disponível, deve ser exaurida por todos modos possíveis de uso do tempo. Assim, $TW_t + TH_t + T_t + TL_t = \Omega$, em que T_t é o tempo empregado para outras atividades e TL_t é o tempo perdido com outras atividades fora do mercado por doenças ou ferimentos.

A condição de ótimo reflete a igualdade entre o valor presente dos custos marginais de investir em saúde (π_{t-1}) e o valor presente dos benefícios marginais do investimento (Grossman, 2000). Esse resultado implica na igualdade do valor não descontado do produto marginal do capital de saúde e preço de oferta a qualquer t , definida por:

$$\pi_{t-1} [r - \widehat{\pi}_{t-1} + \delta_t] = W_t + \frac{U_{Ht}}{\lambda} (1+r)^t$$

em que $\widehat{\pi}_{t-1}$ é a taxa percentual da mudança do custo marginal entre t e $(t-1)$. Dividindo essa condição de equilíbrio por π_{t-1} , tem-se:

$$\gamma_t + \alpha_t = [r - \widehat{\pi}_{t-1} + \delta_t]$$

em que $\gamma_t = \frac{W_t}{\pi_{t-1}}$ e $\alpha_t = \frac{U_{Ht}}{\lambda} \frac{(1+r)^t}{\pi_{t-1}}$. A partir da equação (44), define-se a trajetória de investimento em saúde e de demanda por saúde⁴⁴. De acordo com Pereda et al. (2013), a equação final empírica para a demanda por saúde definida por Grossman (2000) pode ser expressa por:

⁴⁴Grossman (2000) considera que $\alpha_t = 0$, afinal saúde é um bem de investimento.

$$\ln(H_i) = f(W_i, P_i, E_i, \delta_i)$$

Tem sido possível inferir que as variáveis climáticas, inclusive os indicadores de ondas de calor, são considerados como um fator depreciativo do estado de saúde. Assim, $\delta_t = f(S_t, \alpha_t)$, ou seja, o clima da região faz parte dos fatores ambientais que impactam o estado de saúde dos indivíduos. Além disso, considera-se custo marginal constante para garantir o ajuste das variáveis que deslocam a demanda (Pereda et al., 2013).

3.7 APÊNDICE E

Modelo Teórico de Decisões Arriscadas

Esta seção se dedica a derivação matemática dos modelos de decisões arriscadas. Esse modelo embasa teoricamente a equação 21 que será estimada na seção 3.3.3. De acordo com Viscusi (2006), a ideia central deste modelo recai sobre as decisões de risco dos trabalhadores ao escolherem um determinado trabalho, com algum risco de fatalidade π , que oferece um nível mais elevado de Utilidade $U(\cdot)$.

E.1) Inicialmente, formula-se o problema do consumidor considerando uma função de utilidade esperada $E(U)$, com dois estados da natureza - boas condições de saúde ou morte (Viscusi, 2006a):

$$\max_{s,h} E(U) = \pi(s, h)U(y + w(s) - h) + (1 - \pi(s, h))V(y + w(s) - h)$$

E.2) Considera-se que as funções de utilidade U e V respeitam as seguintes condições:

$$U(x) > V(x) > 0$$

$$U'(x) > V'(x)$$

$$U''(x), V''(x) \leq 0$$

E.3) Condições de primeira ordem:

$$\frac{dE(U)}{ds} = \frac{d\pi}{ds}U(y + w(s) - h) + \pi(s, h)\frac{dU}{dw}\frac{dw}{ds} - \frac{d\pi}{ds}V(y + w(s) - h) + (1 - \pi(s, h))\frac{dV}{dw}\frac{dw}{ds}$$

$$\frac{dE(U)}{dh} = \frac{d\pi}{dh}U(y + w(s) - h) + \pi(s, h)\frac{dU}{dh}(-1) - \frac{d\pi}{dh}V(y + w(s) - h) + (1 - \pi(s, h))\frac{dV}{dh}(-1)$$

$$\frac{dE(U)}{ds} = \pi_s U + \pi U_w w_s - \pi_s V + (1 - \pi) V_w w_s = 0$$

$$\frac{dE(U)}{dh} = \pi_h U + \pi U_h - \pi_h V - (1 - \pi) V_h = 0$$

Assim:

$$\pi_s U - \pi_s V = -\pi U_w w_s - (1 - \pi) V_w w_s$$

$$\pi_h U - \pi_h V = -\pi U_h + (1 - \pi) V_h$$

$$\frac{-w_s}{\pi_s} = \frac{U - V}{\pi U_s + (1 - \pi) V_s}$$

$$\frac{1}{\pi_h} = \frac{U - V}{\pi U_h + (1 - \pi) V_h}$$

E.4) A relação de maximização é o Valor Estatístico da Vida (VSL):

$$\frac{1}{\pi_h} = \frac{-w_s}{\pi_s} = \frac{U - V}{\pi U' + (1 - \pi) V'} = VSL^{45}$$

⁴⁵Os agentes são neutros ao risco: $\pi U_s + (1 - \pi) V_s = \pi U_h + (1 - \pi) V_h$

3.8 APÊNDICE F

Estatísticas Descritivas

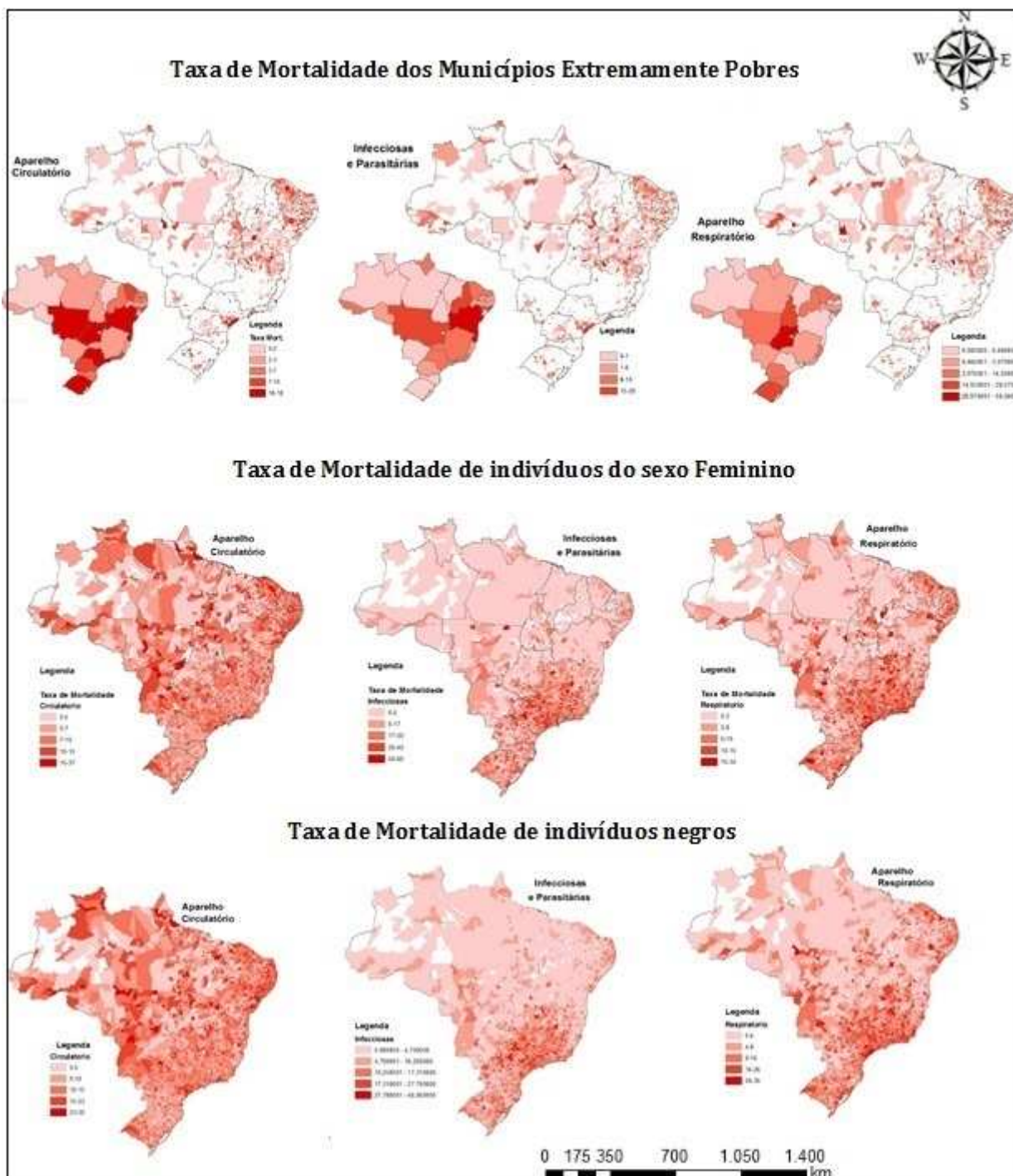


Figura F.1 – Taxas municipais de mortalidade por doenças do aparelho circulatório, infecciosas e parasitárias e do aparelho respiratório, por gênero e população extremamente pobre, no período de 1998-2015.

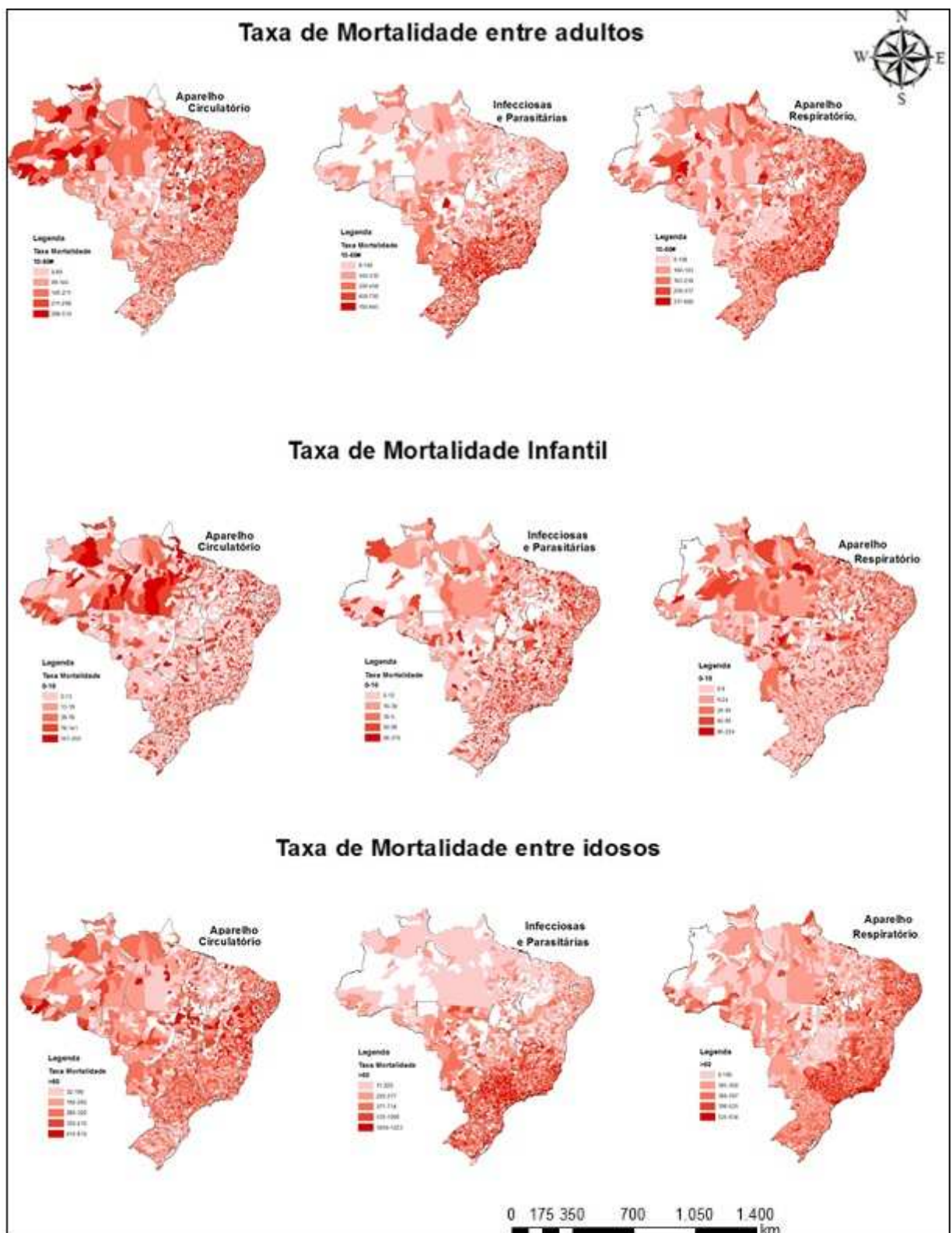


Figura F.2 – Taxas municipais de mortalidade infantil, entre adultos e idosos por doenças do aparelho circulatório, infecciosas e parasitárias e do aparelho respiratório, no período de 1998-2015.

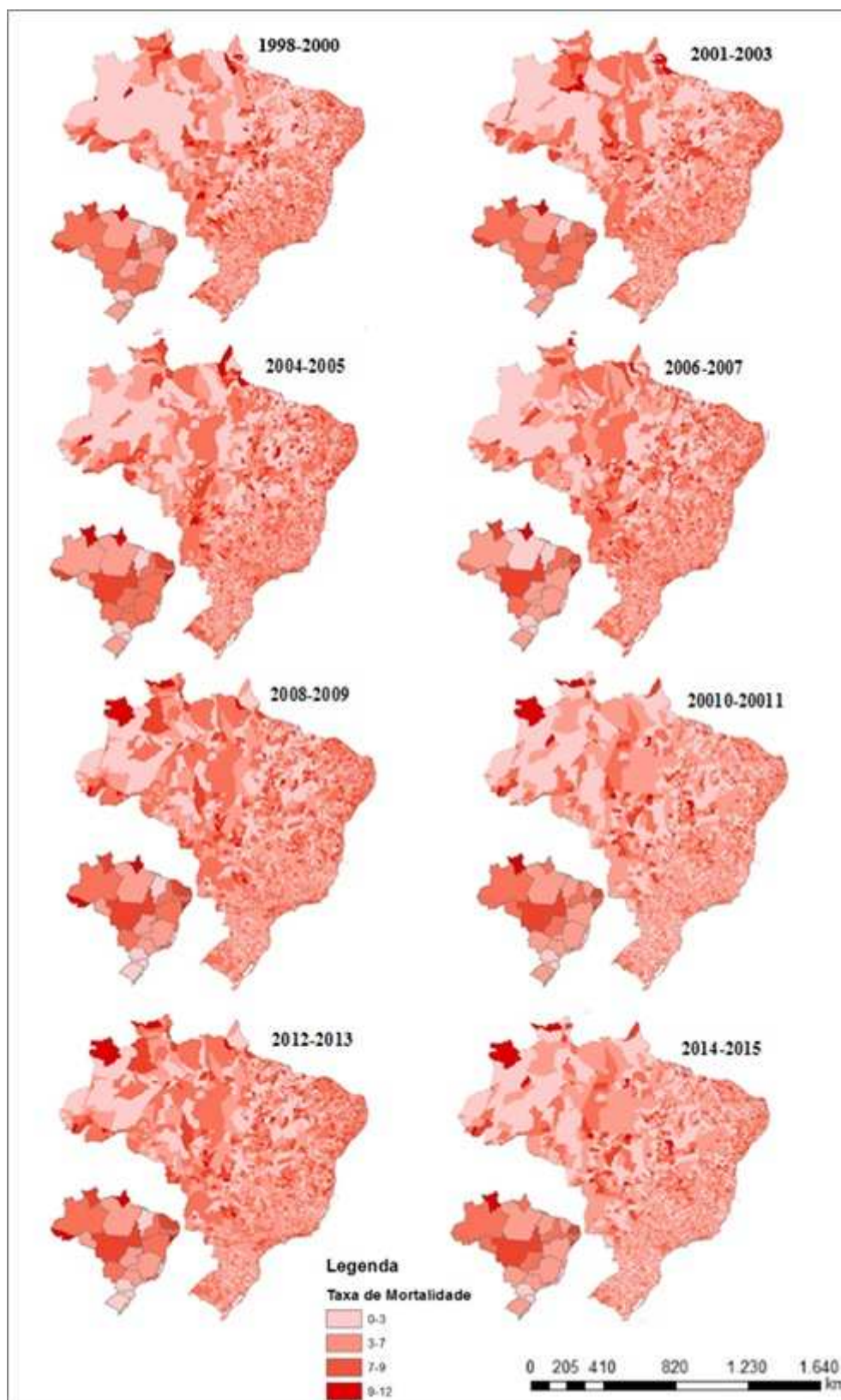


Figura F.3 – Mapa Municipal da Taxa de Mortalidade por Doenças do Aparelho Circulatório no Brasil, 1998-2015

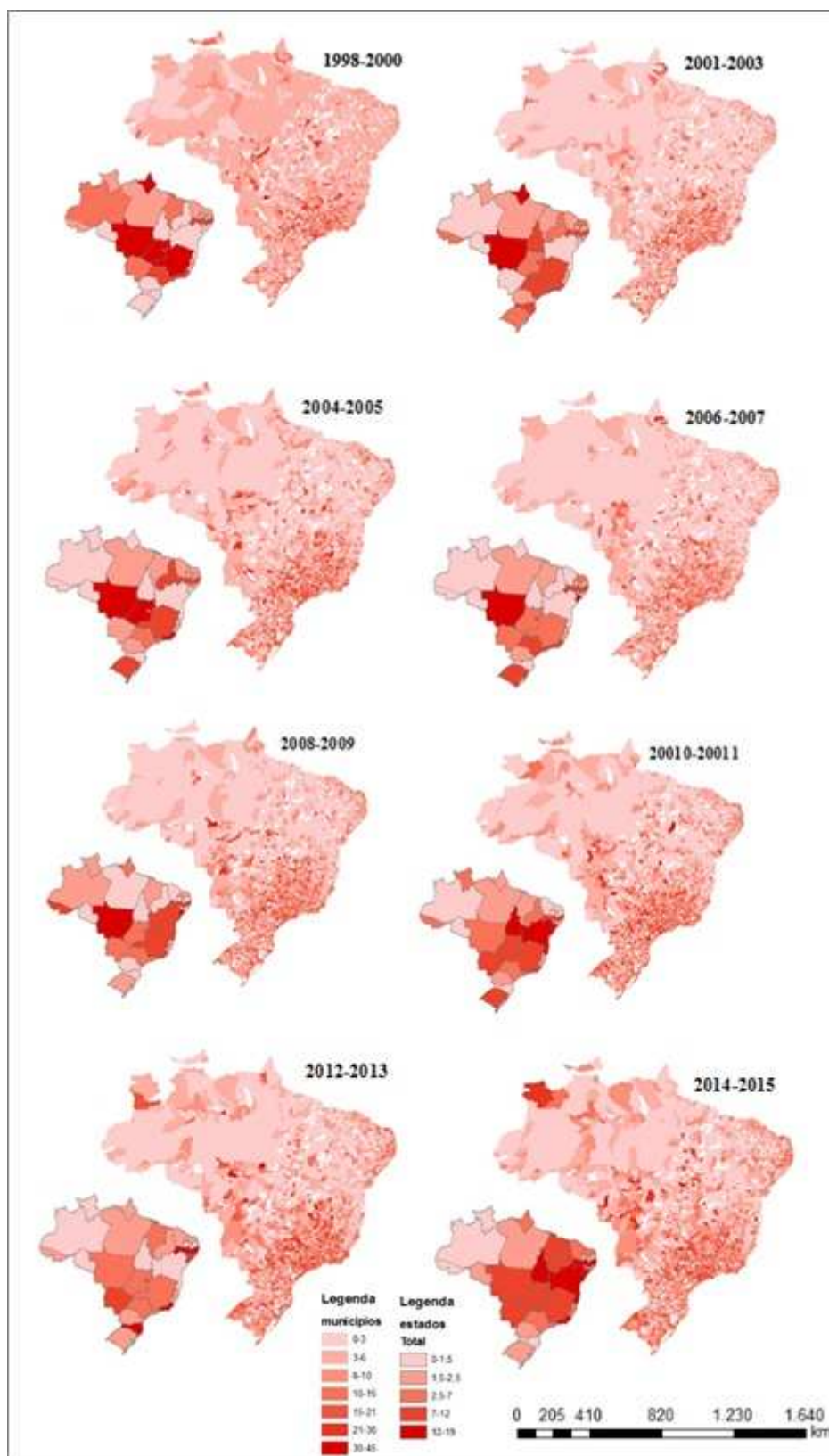


Figura F.4 – Mapa Municipal da Taxa de Mortalidade por Doenças Infecciosas e Parasitárias no Brasil, 1998-2015

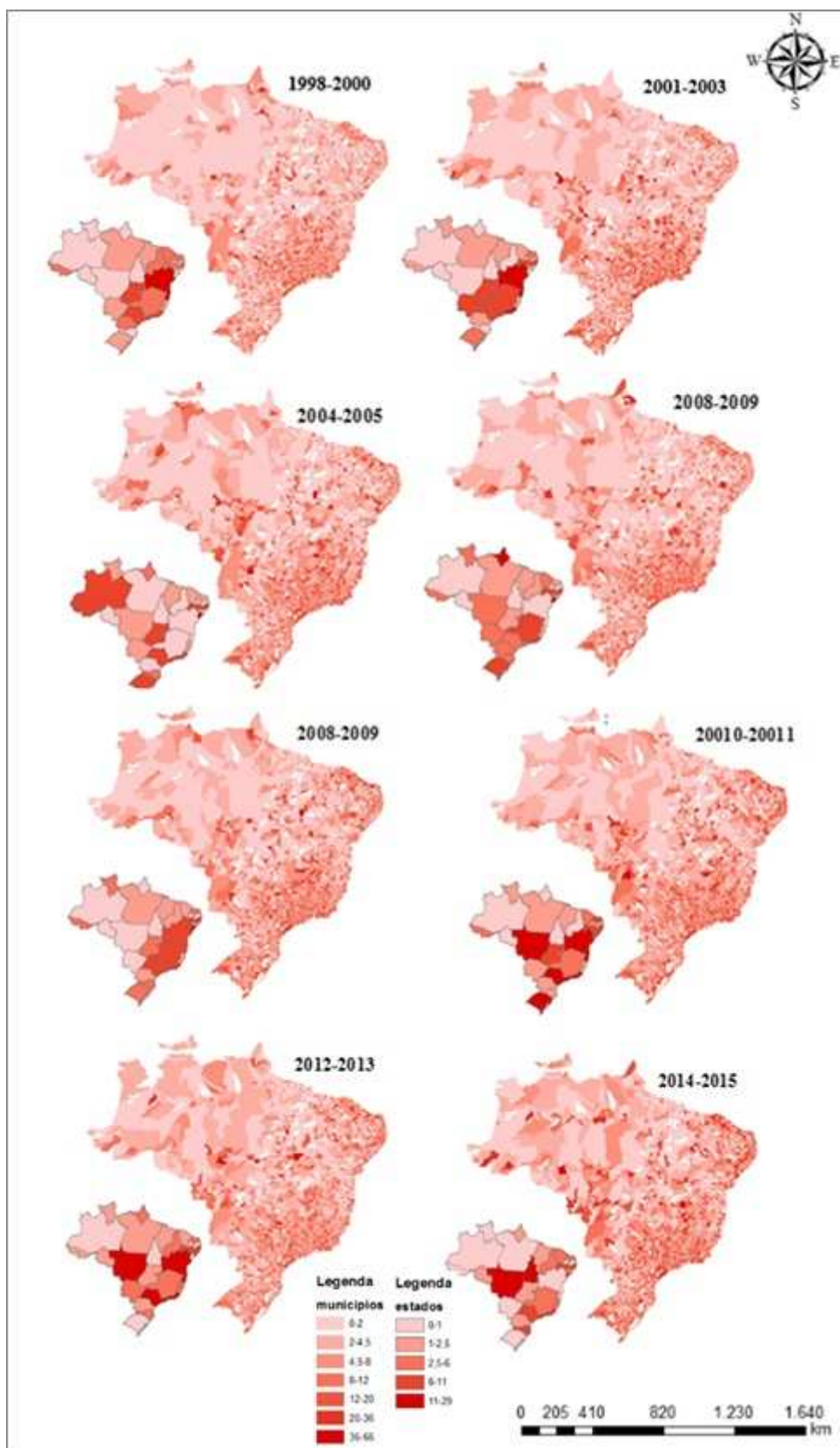
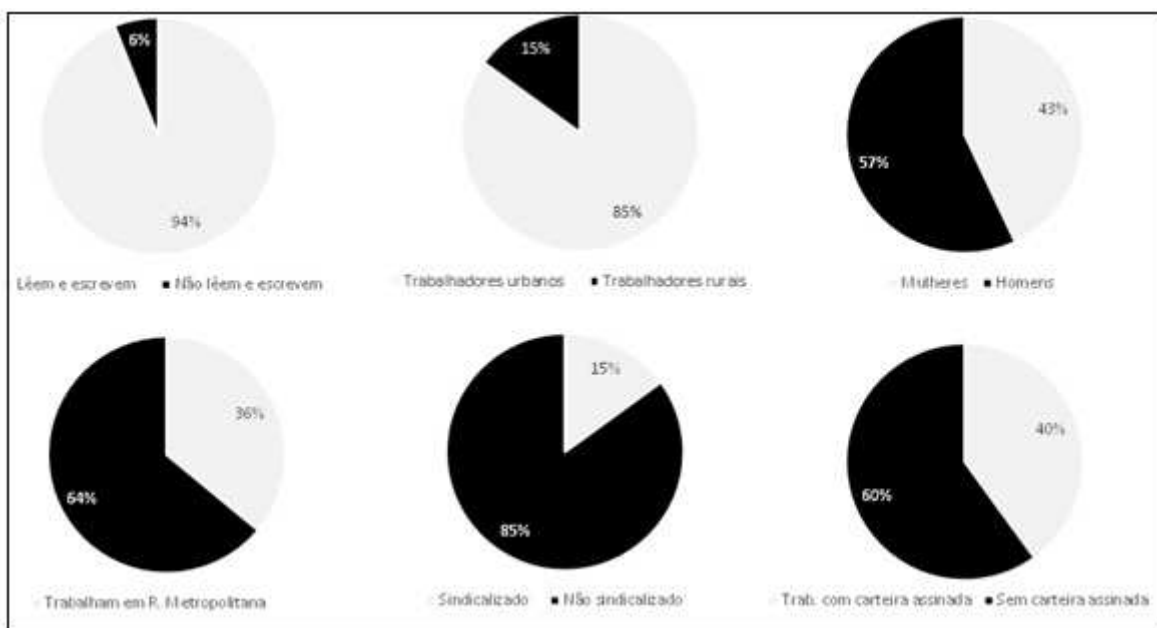
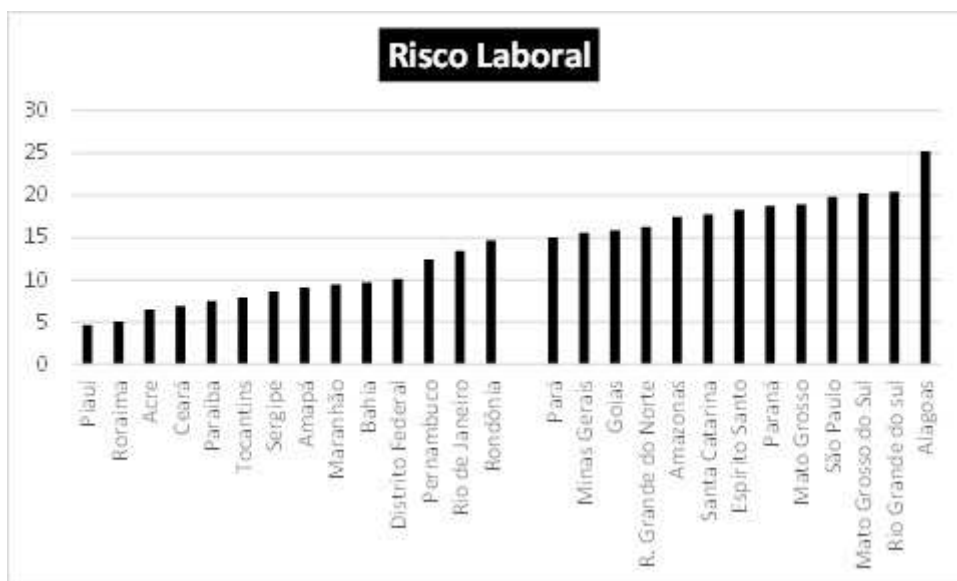


Figura F.5 – Mapa Municipal das Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório, 1998-2015



Fonte: Resultados da pesquisa, 2015. Nota: Todas as estatísticas apresentadas na figura, são proporções amostrais de determinadas características dos trabalhadores.

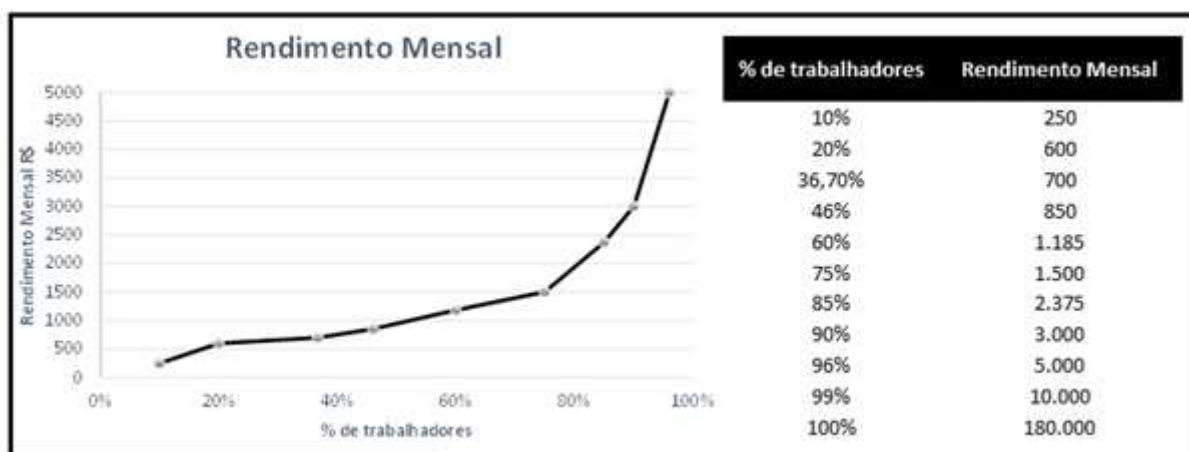
Figura F.6 – Gráficos das estatísticas descritivas da amostra de trabalhadores, PNAD (2013)



Fonte: Resultados da pesquisa, 2015.

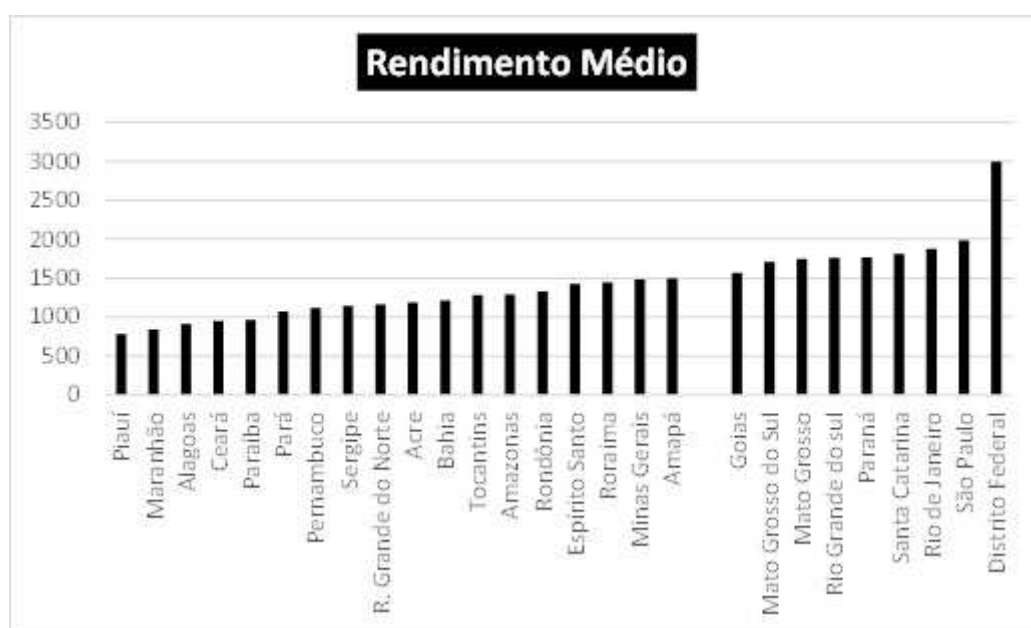
Nota: O risco laboral é uma medida do número de óbitos e afastamentos dos postos de trabalhos por causas específicas. Essa medida é proporcionalmente calculada por unidades da federação, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CANE). Esses dados são disponibilizados como o grau de risco de acidente do trabalho associado as mais distintas causas, inclusive aquelas relacionadas a saúde. Os dados são mensurados e disponibilizados pela Previdência Social.

Figura F.7 – Gráfico da Taxa de Risco Laboral (%) em 2013, segundo as unidades da federação



Fonte: Resultados da pesquisa, 2015.

Figura F.8 – Gráfico e tabela da Parcela de trabalhadores brasileiros para cada nível de renda, em 2013.



Fonte: Resultados da pesquisa, 2015.

Figura F.9 – Gráfico do rendimento médio dos trabalhadores por unidade da federação, PNAD (2013).

3.9 APÊNDICE G

Modelos Tobit estimados para os impactos das ondas de calor sobre as Taxas de Mortalidade

Tabela G.1 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas gerais de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Geral				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	4,7174*** (0,9327)	-	-	-	9,9746*** (0,3386)
HWF	-	0,0629*** (0,00509)	-	-	-0,58231*** (0,7220)
HWD	-	-	0,8732*** (0,1438)	-	0,4228*** (0,1360)
HWA	-	-	-	0,3541*** (0,09031)	-0,02627 (0,0590)
HW_temperatura	0,1414*** (0,0377)	0,0487*** (0,00249)	0,0281*** (0,0056)	0,01318*** (0,0037)	0,0202*** (0,00214)
Temperatura	0,6034*** (0,4588)	0,6322*** (0,0436)	0,5050*** (0,0509)	-0,3502*** (0,0921)	0,0202*** (0,0021)
ln (precipitação)	-12,18*** (0,8723)	-12,2481*** (0,8712)	-12,122*** (0,8736)	-12,146*** (0,8757)	2,4858** (1,1918)
ln (humidade)	-1,9786*** (0,866)	-1,8034*** (0,037)	-1,9796*** (0,8618)	-2,3718*** (0,8696)	0,9981 (3,2180)
ln (insolação total)	0,0422*** (0,04875)	0,2150*** (0,0659)	0,0428*** (0,0048)	0,0701*** (0,4896)	-1,839 (1,0541)
Rede_esgoto_2000	-2,889*** (0,0651)	-2,368*** (0,0591)	-2,3928*** (0,0405)	-2,5310*** (0,0476)	-
Rede_esgoto_2010	-5,8611*** (0,9180)	-4,436*** (0,5634)	-4,469*** (0,5228)	-4,337*** (0,8891)	-1,017*** (1,0573)
Coleta_lixo_2000	-1,1051*** (0,2785)	-1,375*** (0,2403)	-1,099*** (0,3036)	-1,262*** (0,6747)	-
Coleta_lixo_2010	-2,004*** (0,3095)	-2,507*** (0,4806)	-2,166*** (0,5991)	-2,5881*** (0,5198)	-4,5502*** (1,1401)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-1,5803*** (0,1076)	-1,772*** (0,2014)	-1,603*** (0,4007)	-1,768*** (0,3034)	-
D_Médicos_1000hab	-2,844*** (0,2251)	-3,001*** (0,8809)	-3,181*** (0,9917)	-3,369*** (0,9246)	-0,2925 (0,8771)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13925	-13195,6	-13467	-13730,7	-21403,7

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.2 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade masculinas por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Masculino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	3,9845*** (1,1902)	-	-	-	2,9451*** (0,1215)
HWF	-	0,07317*** (0,00645)	-	-	-0,1878*** (0,0262)
HWD	-	-	0,74211*** (0,1832)	-	3,174*** (0,04930)
HWA	-	-	-	0,5177*** (0,1140)	-0,0137 (0,02146)
HW_temperatura	0,1081*** (0,0472)	0,0528*** (0,00316)	0,02202*** (0,00721)	0,01922*** (0,00425)	-0,00062*** (0,00005)
Temperatura	0,4969*** (0,0551)	0,4932*** (0,04421)	0,4068*** (0,06175)	0,0863 (0,11549)	0,0061*** (0,0077)
ln (precipitação)	-12,195*** (1,0888)	-12,2514*** (1,0861)	-12,1270*** (1,0886)	-12,0602*** (1,0901)	1,1909*** (0,4341)
ln (humidade)	-1,38446 (1,08331)	-1,1322 (1,0866)	-1,3800*** (0,3897)	-2,0688** (1,09016)	-0,8399 (1,1627)
ln (insolação total)	-0,116741 (0,62058)	0,098053 (0,6199)	0,0979 (0,6209)	0,0782 (0,6224)	-8,2041*** (1,0861)
Rede_esgoto_2000	-1,9557*** (0,0519)	-1,8166*** (0,11301)	-2,001*** (0,56165)	-2,6027*** (0,4540)	-
Rede_esgoto_2010	-3,8229*** (0,6144)	-3,4861*** (0,06640)	-3,6111*** (0,61675)	-2,9717*** (0,95774)	-0,6138*** (0,3812)
Coleta_lixo_2000	-3,203*** (0,7483)	-1,9848*** (0,36651)	-1,114*** (0,2373)	-1,4193*** (0,2055)	-
Coleta_lixo_2010	-2,1771*** (0,0154)	-1,90661*** (0,05162)	-2,1881*** (0,4168)	-2,095*** (0,4993)	1,6695*** (0,4160)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-1,1088*** (0,1033)	-1,9327*** (0,50919)	-1,571*** (0,2570)	-1,4144*** (0,2219)	0,1277 (0,1094)
D_Médicos_1000hab	-2,5068*** (0,3374)	-2,2264*** (0,2497)	-2,068*** (0,2383)	-1,5313*** (0,1750)	-0,1316 (0,3171)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13440	-13540,7	-13267,1	-13299	-20175,1

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.3 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade femininas por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Feminino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	4,724*** (1,2158)	.	.	.	7,335*** (0,3091)
HWF	.	0,0647*** (0,0068)	.	.	-0,4553*** (0,0671)
HWD	.	.	0,9254*** (0,1936)	.	7,7073*** (0,1258)
HWA	.	.	.	0,3044*** (0,12053)	-0,0528 (0,0548)
HW_temperatura	0,1373*** (0,05001)	0,0527*** (0,00334)	0,0295*** (0,00763)	0,01129*** (0,0049)	-0,0016*** (0,00013)
Temperatura	0,5310*** (0,5802)	0,5450*** (0,0552)	0,4198*** (0,06513)	0,3250*** (0,1227)	0,01807*** (0,00192)
ln (precipitação)	-13,1302*** (1,1487)	-13,2311*** (1,1471)	-13,064*** (1,1493)	-13,046*** (1,1511)	3,0139*** (1,1068)
ln (humidade)	-0,4790 (1,14992)	-0,2167 (1,1485)	-0,5301 (1,1513)	-1,1120 (1,15995)	1,8545 (2,9720)
ln (insolação total)	0,2183 (0,65589)	-0,0141 (0,6555)	-0,20701 (0,65632)	-0,1865 (0,65771)	-1,4859 (2,777)
Rede_esgoto_2000	-2,0833*** (0,44115)	-2,9876*** (0,3846)	-2,93552*** (0,3517)	-2,3612*** (0,3097)	.
Rede_esgoto_2010	-2,7190*** (0,9925)	-3,1580*** (0,72358)	-3,9365*** (0,9428)	-3,3057*** (0,2971)	-0,1835 (0,9726)
Coleta_lixo_2000	-1,2784*** (0,2870)	-1,2998*** (0,127001)	-1,0819*** (0,1937)	-1,1005*** (0,1133)	.
Coleta_lixo_2010	-2,8144*** (0,6372)	-3,2363*** (0,8674)	-3,5541*** (0,6103)	-3,5055*** (0,54501)	3,286*** (1,0610)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-1,6457*** (0,2623)	-1,7881*** (0,2810)	-1,4091*** (0,2663)	-1,80019*** (0,2118)	0,2354 (0,2452)
D_Médicos_1000hab	-1,8785*** (0,3548)	-2,4805*** (0,8826)	-2,664*** (0,15317)	-2,7004*** (0,3341)	0,9681 (0,8095)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13985,1	-13599,9	-13437,1	-13054,1	-22913,4

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.4 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade infantil por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Infantil				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	5,060** (1,3316)	-	-	-	9,0885*** (0,8752)
HWF	-	0,33806*** (0,05394)	-	-	-0,6531*** (0,2014)
HWD	-	-	1,57923*** (0,4043)	-	1,551*** (0,3672)
HWA	-	-	-	0,9976*** (0,12415)	0,2580 (0,1654)
HW_temperatura	0,42128** (0,05385)	0,8674*** (0,0351)	0,83509*** (0,00811)	0,76994*** (0,0461)	-0,0022*** (0,00038)
Temperatura	0,54584*** (0,05517)	0,5994*** (0,05254)	0,20177*** (0,0633)	0,09034*** (0,0012)	0,0256*** (0,00571)
ln (precipitação)	-4,0504*** (1,1386)	-4,17130*** (1,1377)	-4,8237*** (1,13393)	-4,0294*** (1,03266)	5,0137 (3,208)
ln (humidade)	2,1692* (1,16973)	-2,256098*** (1,16941)	-1,9961* (1,1706)	2,1345** (1,1674)	22,0366*** (8,5631)
ln (insolação total)	0,8958 (0,69088)	0,9238* (0,19104)	1,08771** (0,09166)	0,8796 (0,69107)	-24,602*** (8,0586)
Rede_esgoto_2000	-2,07708*** (0,90569)	-2,1377*** (0,9629)	-2,9352*** (0,8055)	-2,4799*** (0,77638)	-
Rede_esgoto_2010	-3,0177*** (1,0841)	-3,9932*** (0,87303)	-4,3482*** (0,8731)	-4,8207*** (0,8573)	2,7052 (2,8339)
Coleta_lixo_2000	-1,002*** (0,16643)	-1,0094*** (0,24911)	-1,4933*** (0,17125)	-1,6310*** (0,2785)	-
Coleta_lixo_2010	-2,8061*** (0,6529)	-2,7531*** (0,73004)	-2,2430*** (0,9751)	-2,1722*** (0,8615)	5,882 (3,1173)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-1,1041*** (0,10601)	-1,8329*** (0,40150)	-2,30556*** (0,66713)	-2,1286*** (0,61669)	0,5203 (0,84405)
D_Médicos_1000hab	-1,8801*** (0,4083)	-1,94016*** (0,90822)	-2,2487*** (0,28701)	-2,8557*** (0,3015)	0,3987 (2,3494)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13994,1	-13207,7	-13751,4	-13897,4	-11580,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.5 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de adultos por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Adultos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	8,9386*** (3,3462)	.	.	.	13,693*** (0,6260)
HWF	.	0,04047** (0,1805)	.	.	-0,8753*** (0,1382)
HWD	.	.	1,2172*** (0,51472)	.	14,789*** (0,2581)
HWA	.	.	.	0,75866*** (0,21770)	0,1527 (0,00021)
HW_temperatura	0,3215*** (0,13298)	0,03429*** (0,00886)	0,04384** (0,02023)	0,0301** (0,01183)	-0,00319 (0,00272)
Temperatura	1,0732*** (0,14198)	1,16417*** (0,14219)	0,97632*** (0,16846)	0,54447* (0,3221)	0,0361*** (0,00404)
ln (precipitação)	-26,1051*** (2,9921)	-26,3211*** (2,99108)	-26,1350*** (2,99171)	-25,8655*** (2,9916)	8,616*** (2,2731)
ln (humidade)	-0,4144 (3,0255)	-0,0695 (3,024184)	-0,50139 (3,02799)	-1,09907 (3,0226)	6,4108 (6,0483)
ln (insolação total)	-0,30882 (1,7414)	0,10809 (1,74166)	0,220801 (1,74155)	0,30747 (1,74199)	-27,511*** (5,6608)
Rede_esgoto_2000	-3,1501*** (0,25551)	-2,9951*** (0,4294)	-2,0674*** (0,3027)	-2,0001*** (0,37177)	.
Rede_esgoto_2010	-5,1713*** (1,02799)	-4,8832*** (1,19511)	-3,3679*** (1,03202)	-3,0917*** (1,07875)	3,2821* (1,9875)
Coleta_lixo_2000	-3,0293*** (0,4911)	-3,1201*** (0,60246)	-3,5017*** (0,34512)	-3,4527*** (0,36651)	.
Coleta_lixo_2010	-2,7941*** (0,95561)	-2,9924*** (0,85709)	-2,08255*** (0,71239)	-2,4292*** (0,78009)	6,2585*** (2,1715)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-3,00618*** (0,85147)	-2,6141*** (0,7147)	-2,7752*** (0,7732)	-2,8149*** (0,76228)	0,4806 (0,5788)
D_Médicos_1000hab	-3,0805*** (0,61337)	-2,9166*** (0,58611)	-2,1891*** (0,53801)	-2,066*** (0,5011)	-1,330 (1,6460)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13374,4	-13198,3	-13918,7	-13953,7	-21367,8

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.6 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de idosos por doenças infecciosas e parasitárias.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias					
Variáveis independentes (erros padrão)	Idosos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	22,6989*** (4,4145)	-	-	-	47,0973*** (1,9809)
HWF	-	0,0787*** (0,02412)	-	-	-2,7940*** (0,4319)
HWD	-	-	3,5393*** (0,6799)	-	50,9405*** (0,8111)
HWA	-	-	-	1,8884*** (0,42582)	-0,0748 (0,3527)
HW_temperatura	0,76413*** (0,17561)	0,1405*** (0,01176)	0,12031*** (0,0268)	0,07199*** (0,01587)	-0,0087*** (0,00086)
Temperatura	2,784801*** (0,21529)	3,0717*** (0,20537)	2,45003*** (0,23909)	1,42817*** (0,43415)	0,0947*** (0,1275)
ln (precipitação)	-40,5143*** (4,10769)	-41,0275*** (4,1074)	-40,4533*** (4,10908)	-40,405*** (4,11258)	24,467*** (7,1588)
ln (humidade)	-8,17775** (4,0901)	-7,5626*** (4,0898)	-8,1361** (4,0943)	-9,5177*** (4,09485)	1,5131 (19,032)
ln (insolação total)	3,9561* (2,3064)	3,57841*** (2,30709)	3,9213* (2,3075)	3,8207*** (2,31067)	-110,70*** (17,8130)
Rede_esgoto_2000	-4,1993*** (0,84014)	-4,2617*** (0,94150)	-4,0233*** (0,98205)	-4,0701*** (0,9131)	-
Rede_esgoto_2010	-3,3665*** (0,9514)	-3,7792*** (0,93339)	-3,8619*** (0,9206)	-3,7285*** (0,8549)	1,0633 (6,2472)
Coleta_lixo_2000	-3,2464*** (0,77380)	-3,7571*** (0,89811)	-3,2294*** (0,85217)	-3,0238*** (0,80010)	-
Coleta_lixo_2010	-3,1657*** (0,88294)	-3,1271*** (0,84760)	-3,1877*** (0,91483)	-3,2599*** (0,9450)	24,573*** (6,8230)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-5,6102*** (1,1499)	-5,0173*** (1,03502)	-5,3539*** (1,09116)	-5,0293*** (1,04412)	2,0648 (1,8055)
D_Médicos_1000hab	-4,7584*** (0,89323)	-4,7533*** (0,9962)	-4,1063*** (1,0637)	-4,1224*** (1,0386)	-7,0038* (5,1859)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13249,4	-13950,1	-13061,9	-13213,8	-29455,6

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.7 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de extremamente pobres por doenças infecciosas e parasitárias.

Variáveis independentes (erros padrão)	Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças Infecciosas e parasitárias				
	Ext. Pobres				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	5,06822*** (1,3973)	-	-	-	4,7819*** (0,5187)
HWF	-	0,02307*** (0,00832)	-	-	-0,43683*** (0,1205)
HWD	-	-	1,1035*** (0,2295)	-	8,7973*** (0,2190)
HWA	-	-	-	0,45003*** (0,1283)	0,0311 (0,0980)
HW_temperatura	0,1618*** (0,05407)	0,03439*** (0,00411)	0,0373*** (0,00877)	0,01677*** (0,0047)	-0,0010*** (0,00022)
Temperatura	0,2995*** (0,0675)	0,036046*** (0,06509)	0,18359*** (0,07501)	0,00350 (0,12399)	0,0143*** (0,00343)
ln (precipitação)	-3,5162*** (1,2999)	-3,6750*** (1,2996)	-3,5004*** (1,3004)	-3,5729*** (1,3036)	4,6675*** (1,9712)
ln (humidade)	0,5204 (1,25589)	-0,47509 (1,25624)	-0,4461 (1,2567)	-0,5238 (1,2606)	21,6705*** (5,1223)
ln (insolação total)	0,6034 (0,62569)	0,06484 (0,62615)	0,562309 (0,62596)	0,6185 (0,62863)	-4,9330 (4,8118)
Rede_esgoto_2000	-1,6997*** (0,2320)	-1,2729*** (0,2829)	-1,5095*** (0,22009)	-1,70991*** (0,06711)	-
Rede_esgoto_2010	-4,1373*** (0,7862)	-4,0611*** (0,82511)	-4,116*** (0,96632)	-4,4371*** (0,90801)	-0,0319 (1,6326)
Coleta_lixo_2000	-3,0631*** (0,7486)	-3,1739*** (0,85201)	-3,0156*** (0,84405)	-3,3971*** (0,4572)	-
Coleta_lixo_2010	-3,02881*** (0,89103)	-3,3940*** (0,75811)	-3,1160*** (0,6711)	-3,7364*** (0,78221)	7,0173*** (1,8709)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-2,8623*** (0,592836)	-3,4861*** (0,94901)	-3,2308*** (0,88062)	-3,39103*** (0,99034)	0,00486 (0,5057)
D_Médicos_1000hab	-3,8603*** (0,8533)	-3,5001*** (0,85301)	-3,4351*** (0,81021)	-3,0662*** (0,862001)	-1,0473 (1,4011)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	25942	25942	25942	25942	25808
log-likelihood	-13076,1	-13937,2	-13666	-13836,7	-76703,23

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.8 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas gerais de mortalidade por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Geral				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	0,0347 (0,04481)	-	-	-	0,1705*** (0,0097)
HWF	-	0,0175*** (0,00309)	-	-	-0,00645*** (0,00008)
HWD	-	-	0,01135 (0,0078)	-	0,00876*** (0,00015)
HWA	-	-	-	0,0184*** (0,00367)	0,0048*** (0,0008)
HW_temperatura	0,00356 ** (0,00173)	0,00218*** (0,0018)	0,000379 (0,00029)	0,00086*** (0,00013)	0,00008*** (0,00003)
Temperatura	0,24006 *** (0,02371)	0,2238*** (0,02386)	0,23803*** (0,0237)	0,2031*** (0,0239)	0,0000 (0,000000)
ln (precipitação)	-0,4894 (0,50558)	-0,50605 (0,50533)	-0,47823 (0,50556)	-0,3022 (0,5046)	0,0255*** (0,00215)
ln (humidade)	-0,17927 (0,5174)	-0,23809 (0,51726)	-0,214911 (0,51755)	-0,49472 (0,5160)	-0,0002*** (0,00007)
ln (insolação total)	0,76587 (0,2975)	0,73339** (0,29175)	0,763977 (0,29761)	-0,6871 (0,2973)	-0,0006*** (0,00012)
Rede_esgoto_2000	-3,3710*** (0,8602)	-3,3689*** (0,93137)	-3,8853*** (0,8790)	-3,7366*** (0,9469)	-
Rede_esgoto_2010	-4,03271*** (1,00293)	-4,3683*** (1,1517)	-4,21631*** (1,0192)	-4,3500*** (1,0235)	-0,0050*** (0,00261)
Coleta_lixo_2000	-3,39002*** (0,93271)	-3,4599*** (0,92005)	-3,4209*** (1,0217)	-3,5006*** (1,02174)	-
Coleta_lixo_2010	-4,7308*** (1,0492)	-4,6369*** (0,96702)	-4,5500*** (1,2294)	-4,5221*** (1,2593)	0,00397* (0,00195)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-6,12144*** (1,21663)	-5,8003*** (1,3020)	-5,9367*** (1,21162)	-5,7712*** (1,2008)	-0,00039 (0,0032)
D_Médicos_1000hab	-4,50939*** (0,98505)	-3,9774*** (1,04051)	-3,8873*** (1,0137)	-3,9735*** (1,02539)	0,0030 (0,00218)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	0,1879	0,1873	0,1878	0,1849	-9024,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.9 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade masculinas por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Masculino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	0,0747 (0,06078)	-	-	-	0,1981*** (0,00125)
HWF	-	0,02191*** (0,00416)	-	-	-0,00082*** (0,00013)
HWD	-	-	0,0177* (0,01049)	-	0,0122*** (0,00024)
HWA	-	-	-	0,0241*** (0,00473)	0,00084*** (0,00013)
HW_temperatura	0,00138 (0,00235)	0,00082 (0,00201)	0,000248 (0,004)	0,000528*** (0,00017)	0,00012*** (0,00004)
Temperatura	0,2520*** (0,03075)	0,2297*** (0,03103)	0,248904*** (0,030085)	0,20881*** (0,03126)	0,000126*** (0,00002)
ln (precipitação)	-0,97237 (0,66912)	-0,98781*** (0,6681)	-0,96551 (0,66909)	-0,76445 (0,6687)	0,0503*** (0,00374)
ln (humidade)	-0,268701 (0,6889)	-0,35019*** (0,6887)	-0,27649 (0,68912)	-0,52614 (0,6872)	-0,00051*** (0,0001)
ln (insolação total)	0,4541 (0,40367)	0,40716*** (0,4036)	0,44697 (0,40396)	0,3726 (0,4035)	-0,00335*** (0,0002)
Rede_esgoto_2000	-3,99509*** (1,0218)	-3,8709*** (1,0071)	-3,95583*** (1,162)	-3,8748*** (1,0339)	-
Rede_esgoto_2010	-4,5261*** (1,1813)	-4,4662*** (1,1003)	-4,7808*** (1,1951)	-4,80401*** (1,1863)	-0,00649 (0,00437)
Coleta_lixo_2000	-3,66103*** (1,082)	-3,89007*** (1,1921)	-3,8037*** (1,1120)	-3,4302*** (1,1603)	-
Coleta_lixo_2010	-4,2984*** (1,15633)	-4,1093*** (1,13772)	-4,1049*** (1,12381)	-4,1485*** (1,2744)	0,00365*** (0,00319)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-5,2180*** (1,2963)	-5,26003*** (1,08018)	-5,33458*** (1,2264)	-5,2410*** (1,2193)	-0,00102*** (0,00053)
D_Médicos_1000hab	-3,8331*** (1,02098)	-3,8840*** (1,10014)	-3,61909*** (1,3312)	-3,7483*** (1,1632)	0,03770*** (0,00370)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13299	-13633,8	-13717,6	-13941,2	-18874,6

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.10 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade femininas por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Feminino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,0951 (0,6271)	-	-	-	0,1541*** (0,0013)
HWF	-	0,02300*** (0,0043)	-	-	-0,00095*** (0,00012)
HWD	-	-	0,01880* (0,01085)	-	0,01209*** (0,00021)
HWA	-	-	-	0,0304*** (0,0049)	0,00068*** (0,00012)
HW_temperatura	0,006947*** (0,00243)	0,004249** (0,00280)	0,00074* (0,00041)	0,00082*** (0,0017)	0,00031*** (0,00004)
Temperatura	0,2487*** (0,03205)	0,2263*** (0,0323)	0,2462*** (0,0321)	0,19129*** (0,0325)	-0,00036*** (0,00001)
ln (precipitação)	-1,2856* (0,6948)	-1,3076*** (0,6945)	-1,2668** (0,6948)	-0,9882 (0,6937)	0,04883*** (0,00254)
ln (humidade)	-0,0708 (0,71458)	-0,14781 (0,7149)	-0,1222 (0,7148)	-0,5363 (0,7124)	-0,00061*** (0,0001)
ln (insolação total)	0,65437 (0,4169)	0,6057 (0,41689)	0,65049 (0,41695)	0,5420 (0,4169)	0,000769*** (0,00018)
Rede_esgoto_2000	-3,6880*** (1,0090)	-3,7396*** (1,1102)	-3,6124*** (1,1039)	-3,523*** (1,1001)	-
Rede_esgoto_2010	-4,5274*** (1,0532)	-4,406*** (1,2539)	-4,4732*** (1,1901)	-4,4217*** (1,1903)	0,00317 (0,0029)
Coleta_lixo_2000	-3,1734*** (0,9665)	-3,2504*** (0,9361)	-3,1088*** (0,98058)	-3,6997*** (1,0135)	-
Coleta_lixo_2010	-4,3674*** (1,01488)	-4,4428*** (0,95241)	-4,8814*** (0,94611)	-4,7091*** (1,0170)	0,00317 (0,0029)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,5776*** (1,0449)	-4,0361*** (0,91307)	-4,2302*** (0,9281)	-4,4480*** (1,0251)	-0,00078* (0,0049)
D_Médicos_1000hab	-3,7926*** (1,1130)	-4,0637*** (1,3542)	-4,8099*** (1,4551)	-4,6612*** (1,1582)	0,0104*** (0,0104)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13395,7	-13938,2	-13455,1	-13621	-18201,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.11 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade infantis por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Infantil				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	0,19886 (0,1335)	-	-	-	0,09304*** (0,0064)
HWF	-	0,0008 (0,00903)	-	-	-0,00037 (0,0006)
HWD	-	-	0,02445 (0,02282)	-	0,01588*** (0,00128)
HWA	-	-	-	0,00270 (0,00987)	0,00701 (0,0063)
HW_temperatura	0,00607 (0,00524)	0,010008** (0,00449)	0,001282 (0,00088)	0,00068** (0,0037)	0,00881*** (0,0024)
Temperatura	0,22138*** (0,06324)	0,2274*** (0,0642)	0,2128*** (0,06359)	0,2437*** (0,0649)	-0,0005* (0,00031)
ln (precipitação)	-0,489044 (1,4122)	-0,4581 (1,4127)	-0,5099 (1,4125)	-0,1738 (1,41477)	-0,2458*** (0,0561)
ln (humidade)	-0,33879 (1,4708)	-0,4172 (1,4071)	-0,29886 (1,4717)	-0,92129 (1,46689)	-0,0027*** (0,0003)
ln (insolação total)	2,135** (0,89309)	2,1404** (0,8927)	2,1703** (0,8940)	2,0799** (0,894)	0,0150*** (0,003)
Rede_esgoto_2000	-3,8072*** (0,96624)	-3,8215*** (0,96177)	-3,94401*** (0,9126)	-3,87102*** (0,96710)	-
Rede_esgoto_2010	-4,7105*** (1,1466)	-4,6916*** (1,1730)	-4,1702*** (1,0513)	-4,2103*** (1,1228)	0,02725 (0,02042)
Coleta_lixo_2000	-3,9119*** (1,1207)	-3,9206*** (1,0708)	-3,912005*** (1,0931)	-3,96601*** (1,1047)	-
Coleta_lixo_2010	-5,4715*** (1,1953)	-5,3901*** (1,2520)	-5,37092*** (1,2480)	-5,3355** (1,2493)	-0,0418*** (0,01448)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-5,19301*** (1,227)	-5,2019*** (1,2385)	-5,15372*** (1,22209)	-5,11736*** (1,22027)	0,00287 (0,00247)
D_Médicos_1000hab	-5,4248*** (1,4273)	-5,41817*** (1,4631)	-5,43295*** (1,4514)	-5,4008*** (1,4051)	-0,07747*** (0,022)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13126,6	-13549,9	-13930,6	-13646,9	-13173,5

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.12 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de adultos por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Adultos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	1,14345*** (0,19487)	-	-	-	0,1627*** (0,002)
HWF	-	0,08692*** (0,01329)	-	-	-0,0011*** (0,00024)
HWD	-	-	0,16508*** (0,03359)	-	0,0251*** (0,0004)
HWA	-	-	-	0,04315*** (0,01500)	0,0013*** (0,00024)
HW_temperatura	0,02228*** (0,00757)	0,04783*** (0,00648)	0,002384** (0,00127)	0,001199*** (0,00054)	0,0015* (0,0008)
Temperatura	0,9887*** (0,0967)	0,9128*** (0,09782)	0,96019*** (0,09711)	0,93914*** (0,09884)	0,00058*** (0,00003)
ln (precipitação)	-2,00309 (2,12109)	-2,1184 (2,12134)	-2,07466 (2,12193)	-1,94717 (2,1252)	0,1222*** (0,01553)
ln (humidade)	-6,814*** (2,1934)	-6,69616*** (2,19507)	-7,21621*** (2,19611)	-7,7357*** (2,19299)	-0,0008*** (0,00019)
ln (insolação total)	1,7756 (1,29724)	1,55277 (1,29739)	1,6485 (1,29776)	1,5944*** (1,29864)	-0,0074*** (0,006)
Rede_esgoto_2000	-5,0534*** (1,0732)	-5,09720*** (1,1127)	-5,14643*** (1,1822)	-5,10249*** (1,1163)	-
Rede_esgoto_2010	-4,53551*** (1,28458)	-4,564122*** (1,23071)	-4,49412*** (1,2097)	-4,50027*** (1,1935)	-0,0195** (0,00829)
Coleta_lixo_2000	-4,1601*** (1,32077)	-4,1812*** (1,3719)	-4,1244*** (1,30481)	-4,1161*** (1,07624)	-
Coleta_lixo_2010	-5,8116*** (1,5037)	-5,7311*** (1,5354)	-5,7106*** (1,51662)	-5,78072*** (1,50314)	-0,01922*** (0,0058)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-5,37136*** (1,4496)	-5,3249*** (1,41094)	-5,3901*** (1,40177)	-5,36053*** (1,1327)	0,00037 (0,0009)
D_Médicos_1000hab	-5,67435*** (1,59384)	-5,58152*** (1,5701)	-5,65901*** (1,5629)	-5,72401*** (1,51714)	0,0449*** (0,0070)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13687	-13383	-13842,2	-13620,8	-24136,1

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.13 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de idosos por doenças do aparelho circulatório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Idosos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	0,7394*** (0,20245)	-	-	-	0,4577*** (0,00304)
HWF	-	0,0469*** (0,01396)	-	-	-0,00171*** (0,00025)
HWD	-	-	0,0843*** (0,0351)	-	0,02719*** (0,00048)
HWA	-	-	-	0,10007*** (0,01621)	0,00188*** (0,00025)
HW_temperatura	0,06073*** (0,0078)	0,07371*** (0,0067)	0,008032*** (0,00132)	0,00176*** (0,00057)	0,00183*** (0,00025)
Temperatura	0,63372*** (0,10184)	0,57919*** (0,10873)	0,65590*** (0,10842)	0,45662*** (0,10921)	0,00083*** (0,00003)
ln (precipitação)	-10,636*** (2,2997)	-10,6991*** (2,2991)	-10,5843*** (2,30087)	-9,9449*** (2,2982)	-0,00025*** (0,00002)
ln (humidade)	-9,4187*** (2,34807)	-9,2209*** (2,3477)	-9,1206*** (2,3498)	-7,1409*** (2,3448)	0,0827*** (0,00696)
ln (insolação total)	2,3342* (1,34301)	2,2651* (1,3435)	2,4458* (1,34405)	2,0857 (1,34523)	-0,00082*** (0,0002)
Rede_esgoto_2000	-2,6241*** (1,1005)	-2,6307*** (1,0951)	-2,61301*** (1,15343)	-2,7031*** (1,1180)	-
Rede_esgoto_2010	-3,7841*** (1,4002)	-3,6926*** (1,4390)	-3,6811*** (1,4417)	-3,6415*** (1,4827)	-0,000224*** (0,00042)
Coleta_lixo_2000	-3,5062*** (1,1401)	-3,51049*** (1,16384)	-3,5913*** (1,20136)	-3,53060*** (1,6740)	-
Coleta_lixo_2010	-4,4906*** (1,4128)	-4,49501*** (1,4039)	-4,4471*** (1,42466)	-4,407439*** (1,4362)	-0,07298*** (0,00919)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,74557*** (1,47591)	-4,70453*** (1,47703)	-4,73011*** (1,4720)	-4,78002*** (1,54639)	-0,00036 (0,001)
D_Médicos_1000hab	-4,2140*** (1,2657)	-4,2611*** (1,2607)	-4,22609*** (1,27051)	-4,2407*** (1,27342)	0,1182*** (0,00791)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13704,6	-13730,8	-13719,8	-13568,3	-26604

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.14 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de extremamente pobres por doenças do aparelho circulatório.

Variáveis independentes (erros padrão)	Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do aparelho circulatório				
	Ext. Pobres				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Compelto
HWN	0,01928 (0,0916)	-	-	-	3,3460*** (0,2661)
HWF	-	0,02387*** (0,00631)	-	-	-0,0117 (0,0240)
HWD	-	-	0,00115 (0,0144)	-	1,5140*** (0,05118)
HWA	-	-	-	0,022281*** (0,00553)	-0,0561** (0,0216)
HW_temperatura	0,00601* (0,0032)	0,00584** (0,00286)	0,000478 (0,00051)	0,00071*** (0,00019)	0,0199*** (0,0083)
Temperatura	0,1372*** (0,0442)	0,1212*** (0,04143)	0,1357*** (0,04429)	0,09792** (0,04421)	-0,01249 (0,0175)
ln (precipitação)	-1,3227 (0,92651)	-1,4091 (0,92611)	-1,36268 (0,92651)	-1,6613* (0,92502)	12,804*** (1,7488)
ln (humidade)	-1,3754 (0,94682)	-1,42308 (0,94654)	-1,4277 (0,9468)	-1,56314* (0,94466)	0,6857 (0,48357)
ln (insolação total)	0,72314 (0,48769)	0,68419 (0,48773)	0,7269 (0,48789)	0,593642 (0,4876)	-1,6951** (0,8091)
Rede_esgoto_2000	-2,5127*** (1,09935)	-2,5423*** (1,1036)	-2,5507*** (1,1132)	-2,55403*** (1,5370)	-
Rede_esgoto_2010	-3,3801*** (1,34661)	-3,3012*** (1,32769)	-3,3371*** (1,3045)	-3,3609*** (1,37125)	1,8699** (0,8167)
Coleta_lixo_2000	-3,1057*** (1,51704)	-3,1203*** (1,5087)	-3,1209*** (1,51624)	-3,2093*** (1,57940)	-
Coleta_lixo_2010	-4,11920*** (1,5901)	-4,1505*** (1,58901)	-4,1359*** (1,5839)	-4,1620*** (1,5393)	0,7240 (0,6716)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,27306*** (1,78294)	-4,2602*** (1,76038)	-4,20110*** (1,7250)	-4,22460*** (1,78301)	-0,06139 (0,0970)
D_Médicos_1000hab	-4,00031*** (1,2834)	-4,05963*** (1,2717)	-4,09044*** (1,21125)	-4,07264*** (1,2306)	-9,8320*** (0,9043)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	25942	25942	25942	25942	44152
log-likelihood	-13474,3	-13335	-13287,9	-13035,2	-29564,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.15 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas gerais de mortalidade por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Geral				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,30020*** (0,0466)	-	-	-	-0,1140*** (0,025)
HWF	-	-0,00869*** (0,00319)	-	-	-0,0101*** (0,0037)
HWD	-	-	-0,04886*** (0,00814)	-	0,0504*** (0,00817)
HWA	-	-	-	-0,02469*** (0,00379)	0,00561* (0,0037)
HW_temperatura	-0,01286*** (0,0018)	-0,01960*** (0,00151)	-0,00172*** (0,0003)	-0,000623*** (0,00013)	0,000037*** (0,00001)
Temperatura	-0,0909*** (0,02594)	-0,08917*** (0,02604)	-0,08287*** (0,02599)	-0,131723*** (0,02615)	-0,00074*** (0,00015)
ln (precipitação)	-6,1531*** (0,54251)	-6,133117*** (0,5427)	-6,1250*** (0,54278)	-6,0382*** (0,54253)	-0,4743*** (0,0817)
ln (humidade)	-0,24236*** (0,054507)	-0,23547*** (0,054527)	-0,26136*** (0,054548)	-0,75970*** (0,054523)	-0,4743*** (0,0817)
ln (insolação total)	-0,68981** (0,30645)	-0,71277*** (0,30664)	-0,7246*** (0,3065)	-0,62749*** (0,30701)	-0,1146 (0,1976)
Rede_esgoto_2000	-1,20057*** (0,4732)	-1,2792*** (0,4507)	-1,2722*** (0,40233)	-1,28721*** (0,4142)	-
Rede_esgoto_2010	-2,1069*** (0,85501)	-2,2077*** (0,84812)	-2,2701*** (0,80381)	-2,2160*** (0,8107)	-0,7333*** (0,07313)
Coleta_lixo_2000	-1,8401*** (0,55931)	-1,7014*** (0,54301)	-1,8176*** (0,5963)	-1,91031*** (0,6045)	-
Coleta_lixo_2010	-2,20115*** (0,60721)	-2,4207*** (0,6689)	-2,3835*** (0,67405)	-2,2853*** (0,6510)	0,3260*** (0,0717)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-1,80441*** (0,6304)	-1,8307*** (0,6703)	-1,8901*** (0,6149)	-1,86701*** (0,6823)	0,05706*** (0,01669)
D_Médicos_1000hab	-2,69043*** (0,56091)	-2,7732*** (0,5719)	-2,8031*** (0,5119)	-1,9849*** (0,67491)	-0,4104*** (0,06029)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13291,10	-13404,1	-13851,5	-13434,6	-36508

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.16 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade masculinas por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Masculino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,20785*** (0,0367)	-	-	-	-0,5160*** (0,0367)
HWF	-	-0,00627* (0,00365)	-	-	-0,0015 (0,0087)
HWD	-	-	-0,04679*** (0,00931)	-	-0,6205*** (0,0172)
HWA	-	-	-	-0,02169*** (0,0045)	0,0109 (0,0068)
HW_temperatura	-0,00979*** (0,00206)	-0,014475*** (0,00173)	-0,000961*** (0,00035)	-0,000219 (0,00015)	0,00020*** (0,00002)
Temperatura	-0,14281*** (0,0300)	-0,14154*** (0,62192)	-0,1353*** (0,03004)	-0,17175*** (0,03042)	-0,00289*** (0,00024)
ln (precipitação)	-3,9351*** (0,62183)	-3,9168*** (0,6219)	-3,91457*** (0,6219)	-3,8579*** (0,6219)	-0,6972*** (0,1313)
ln (humidade)	-0,8309*** (0,06265)	-0,82406*** (0,06272)	-0,85347*** (0,06259)	-1,16676** (0,06256)	-1,3826*** (0,3498)
ln (insolação total)	0,18885*** (0,3506)	-0,204305*** (0,3508)	-0,21397*** (0,35072)	-0,14727 (0,35101)	0,1534*** (0,3268)
Rede_esgoto_2000	-1,5061*** (0,47113)	-1,5112*** (0,4529)	-1,5734*** (0,41350)	-1,5091*** (0,4437)	-
Rede_esgoto_2010	-3,8119*** (0,81518)	-3,80771*** (0,8635)	-3,85247*** (0,84206)	-3,8102*** (0,81107)	-0,8626*** (0,1150)
Coleta_lixo_2000	-2,8556*** (0,8732)	-2,86187*** (0,8374)	-2,8037*** (0,83702)	-2,83310*** (0,8994)	-
Coleta_lixo_2010	-2,1621*** (0,70116)	-2,8135*** (0,41105)	-2,7559*** (0,4967)	-2,7002*** (0,4016)	0,2179*** (0,1260)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-2,55237*** (0,6461)	-2,50245*** (0,6106)	-2,59001*** (0,60730)	-2,62551*** (0,62738)	0,1703*** (0,0349)
D_Médicos_1000hab	-2,2051*** (0,23201)	-2,19210*** (0,23100)	-2,1945*** (0,25701)	-2,2034*** (0,3119)	-0,4056*** (0,0937)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13527,80	-13122,5	-13064,1	-13283,1	-13538,8

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.17 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade femininas por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Feminino				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,07240 (0,06374)	-	-	-	-0,1452*** (0,02975)
HWF	-	-0,01127*** (0,00207)	-	-	-0,01655*** (0,0043)
HWD	-	-	-0,01483 (0,01106)	-	-0,01288*** (0,00965)
HWA	-	-	-	-0,01640*** (0,00506)	0,0195*** (0,00395)
HW_temperatura	-0,00516** (0,00247)	-0,004078** (0,00207)	-0,000161 (0,00042)	-0,0007*** (0,00018)	0,000041*** (0,00001)
Temperatura	-0,06253** (0,03357)	-0,0507 (0,03368)	-0,067114** (0,0335)	-0,03112 (0,03393)	-0,0007*** (0,00018)
ln (precipitação)	-6,5287*** (0,72057)	-6,51934*** (0,7205)	-6,5027*** (0,7204)	-6,6052*** (0,72019)	-0,7818*** (0,0964)
ln (humidade)	-0,55284 (0,72914)	-0,51439 (0,72914)	-0,69403 (0,72936)	-0,41519 (0,72843)	-0,5577* (0,2549)
ln (insolação total)	-0,1914 (0,41780)	-0,2084 (0,41785)	-0,18330 (0,41781)	-0,26567 (0,41768)	-0,06117 (0,2330)
Rede_esgoto_2000	-2,6607*** (0,6095)	-2,61059*** (0,64102)	-2,4811*** (0,59921)	-2,51103*** (0,58272)	-
Rede_esgoto_2010	-4,005*** (1,1673)	-4,1348*** (1,2066)	-4,17072*** (1,1102)	-4,2064*** (1,2748)	-0,6914*** (0,0861)
Coleta_lixo_2000	-3,52280*** (0,80021)	-3,4251*** (0,8705)	-3,48185*** (0,87518)	-3,50097*** (0,89021)	-
Coleta_lixo_2010	-3,8596*** (0,7114)	-3,87960*** (0,78304)	-3,83201*** (0,71065)	-3,79603*** (0,83007)	0,2106** (0,0847)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-2,8155*** (0,7920)	-2,8427*** (0,85301)	-2,8620*** (0,81006)	-2,2837*** (0,69220)	0,0486** (0,0195)
D_Médicos_1000hab	-3,1290*** (0,61880)	-3,2780*** (0,7370)	-3,206*** (0,7729)	-3,4230*** (0,7910)	-0,3269*** (0,0712)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13822,90	-13961,1	-13379,4	-13944,6	-35404,5

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.18 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade infantil por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Infantil				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,10702* (0,06451)	-	-	-	-0,3416*** (0,0226)
HWF	-	-0,00394 (0,00429)	-	-	0,0065** (0,00277)
HWD	-	-	-0,03004*** (0,01104)	-	-0,2826*** (0,0065)
HWA	-	-	-	-0,01360*** (0,0047)	0,000000 (0,00252)
HW_temperatura	-0,00221 (0,00253)	-0,000122 (0,00212)	-0,000524 (0,0042)	-0,00023 (0,00018)	0,00010*** (0,00001)
Temperatura	-0,13986*** (0,03031)	-0,13767*** (0,03072)	-0,1338*** (0,03045)	-0,1140*** (0,0310)	-0,0079*** (0,00012)
ln (precipitação)	-0,4229 (0,67598)	-0,4420 (0,67496)	-0,4057 (0,67492)	-0,26667 (0,6758)	-0,3789*** (0,0635)
ln (humidade)	-2,693*** (0,70199)	-2,7149*** (0,70195)	-2,652*** (0,70236)	-2,5233*** (0,7001)	-0,03627 (0,17238)
ln (insolação total)	-1,0465*** (0,424)	-1,0306*** (0,42411)	-1,03265** (0,4239)	-0,9749** (0,4242)	0,8616*** (0,1575)
Rede_esgoto_2000	-3,8472*** (0,73139)	-3,82001*** (0,7384)	-3,7912*** (0,70631)	-3,7384*** (0,72043)	-
Rede_esgoto_2010	-3,0611*** (0,9047)	-3,0694*** (0,9127)	-3,3306*** (0,9144)	-3,4209*** (0,9083)	-0,139** (0,05884)
Coleta_lixo_2000	-3,906*** (0,9416)	-3,8985*** (0,9605)	-3,80992*** (0,9337)	-3,8853*** (0,8690)	-
Coleta_lixo_2010	-3,8602*** (0,8170)	-3,7704*** (0,84302)	-3,4200*** (0,8156)	-3,4271*** (0,8093)	-0,18667* (0,05655)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,2095*** (0,8501)	-4,2805*** (0,7793)	-4,3012*** (0,8405)	-4,3110*** (0,8523)	0,00057 (0,0123)
D_Médicos_1000hab	-3,8420*** (0,5610)	-3,7319*** (0,5520)	-3,7311*** (0,5729)	-3,7503*** (0,53028)	-0,0923*** (0,04963)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13135,70	-13970,8	-13624,5	-13651,2	-21334,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.19 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de adultos por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Adultos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,2041 (0,23913)	-	-	-	-0,6877*** (0,085)
HWF	-	-0,02802** (0,0168)	-	-	-0,0174 (0,0124)
HWD	-	-	-0,04531 (0,04127)	-	-0,2972*** (0,0271)
HWA	-	-	-	-0,0735*** (0,01842)	0,00494 (0,0108)
HW_temperatura	-0,01220 (0,00920)	-0,0156*** (0,00781)	-0,0035** (0,00157)	-0,0001096* (0,0068)	0,00021*** (0,00004)
Temperatura	-0,048330 (0,1186)	-0,01345 (0,11982)	-0,03977 (0,11905)	-0,09007 (0,12804)	-0,0002*** (0,0005)
ln (precipitação)	-25,806*** (2,6049)	-25,8136*** (2,6047)	-25,765*** (2,6046)	-25,1058*** (2,6041)	-2,1213*** (0,26847)
ln (humidade)	-8,1764*** (2,6745)	-8,0241*** (2,6744)	-8,0869*** (2,6754)	-6,9321*** (2,6690)	-1,0872 (0,7124)
ln (insolação total)	-1,1925 (1,5688)	-1,1462 (1,56705)	-1,2213 (1,5668)	-0,9146955 (1,56721)	1,9491*** (0,6515)
Rede_esgoto_2000	-2,8043*** (0,45160)	-2,8001*** (0,4710)	-2,7510*** (0,4219)	-2,7413*** (0,4149)	-
Rede_esgoto_2010	-4,2770*** (1,0361)	-4,22810*** (1,0408)	-4,2083*** (1,050)	-4,1395*** (1,7062)	-1,9582*** (0,24217)
Coleta_lixo_2000	-4,1015*** (1,1308)	-4,1202*** (1,2499)	-4,1009*** (1,2630)	-4,1509*** (1,25709)	-
Coleta_lixo_2010	-4,80*** (0,90015)	-4,8633*** (0,9130)	-4,8570*** (0,9255)	-4,8030*** (0,8940)	0,6987*** (0,2353)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,5130*** (1,1153)	-4,5053*** (1,1436)	-4,5164*** (1,1952)	-4,5190*** (1,1707)	-0,17605*** (0,0536)
D_Médicos_1000hab	-4,0115*** (0,8813)	-4,1350*** (0,8634)	-4,1702*** (0,8615)	-4,205*** (0,8003)	-1,1959*** (0,2007)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13353,20	-13643,3	-13102,8	-13082,1	-37502,4

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.20 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de idosos por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Idosos				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-1,0281*** (0,28251)	-	-	-	-1,044*** (0,1418)
HWF	-	-0,1363*** (0,0192)	-	-	0,0222 (0,02075)
HWD	-	-	-0,10445** (0,04897)	-	-0,2256*** (0,0456)
HWA	-	-	-	-0,1682*** (0,02225)	0,1633*** (0,01862)
HW_temperatura	-0,0328*** (0,1094)	0,01625* (0,00199)	-0,01084*** (0,00185)	-0,00064 (0,00078)	0,00032*** (0,0006)
Temperatura	-0,45232*** (0,1462)	-0,300711* (0,14729)	-0,42130*** (0,1464)	-0,66226*** (0,14832)	-0,0047*** (0,00084)
ln (precipitação)	-35,9663*** (3,1629)	-35,811*** (3,16253)	-36,1915*** (3,16301)	-35,370*** (3,1869)	-5,7533*** (0,45017)
ln (humidade)	-5,1254* (3,11446)	-5,6594* (3,2137)	-6,2278* (3,2152)	-4,01856 (3,20862)	-3,9647*** (1,1952)
ln (insolação total)	-1,82107 (1,8513)	-2,0249 (1,8507)	-1,8371 (1,85008)	-1,31204 (1,8508)	0,05683 (1,0985)
Rede_esgoto_2000	-4,4042*** (1,0307)	-4,2496*** (1,0320)	-4,1277*** (1,04295)	-4,2481*** (1,1730)	-
Rede_esgoto_2010	-4,5077*** (1,080)	-4,56702*** (1,095)	-4,5306*** (1,0401)	-4,5901*** (1,0592)	-3,3781*** (0,4052)
Coleta_lixo_2000	-4,7150*** (1,1304)	-4,7945*** (1,3793)	-4,7915*** (1,3708)	-4,6602*** (1,2864)	-
Coleta_lixo_2010	-4,2903*** (0,8041)	-4,2470*** (0,8930)	-4,4902*** (0,9305)	-4,5205*** (0,94083)	1,2948*** (0,3970)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,91745*** (1,3007)	-4,9066*** (1,3610)	-4,9150*** (1,3800)	-4,9052*** (1,3027)	0,2847*** (0,0915)
D_Médicos_1000hab	-4,6859*** (0,8470)	-4,66409*** (0,8520)	-4,6003*** (0,8494)	-4,6459*** (0,9162)	-1,8012*** (0,3353)
Dummies_Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies_Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	94289	94289	94289	94289	94100
log-likelihood	-13279,60	-13744,1	-13352,8	-13038,4	-46074,6

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.21 - Resultados dos modelos Tobit estimados para taxas de mortalidade de extremamente pobres por doenças do aparelho respiratório.

Variável Dependente: Taxas de Mortalidade por Doenças do Aparelho Respiratório					
Variáveis independentes (erros padrão)	Ext. Pobres				
	Incidência	Frequência	Duração	Amplitude	Completo
HWN	-0,4675*** (0,0924)	-	-	-	-0,2057*** (0,01531)
HWF	-	-0,0262*** (0,00628)	-	-	0,0087*** (0,00197)
HWD	-	-	-0,0679*** (0,01472)	-	-0,2115*** (0,0048)
HWA	-	-	-	-0,0360*** (0,0057)	-0,0038* (0,00178)
HW_temperatura	-0,01688*** (0,00324)	-0,02380*** (0,00287)	-0,00181*** (0,00052)	-0,000671*** (0,0002)	0,00006*** (0,0001)
Temperatura	-0,01645 (0,0457)	0,00197 (0,0458)	-0,02119 (0,04586)	-0,03554 (0,0459)	-0,0006*** (0,00009)
ln (precipitação)	-1,4990 (0,9584)	-1,5646 (0,9589)	-1,4031 (0,96558)	-1,1487 (0,95926)	-0,27163*** (0,04991)
ln (humidade)	-0,23803 (0,96415)	-0,34513 (0,9645)	-0,26084 (0,96559)	-0,13097 (0,9654)	-0,21013* (0,12124)
ln (insolação total)	-1,2637*** (0,49168)	-1,1984** (0,49217)	-1,2717*** (0,49232)	-1,0916** (0,49288)	0,5470*** (0,1105)
Rede_esgoto_2000	-5,6455*** (1,4740)	-5,6922*** (1,3051)	-5,7092*** (1,3724)	-5,6219*** (1,4130)	-
Rede_esgoto_2010	-4,9402*** (1,2946)	-4,9370*** (1,2731)	-4,9020*** (1,3001)	-4,8412*** (1,3175)	-0,2667*** (0,04112)
Coleta_lixo_2000	-3,2049*** (1,0902)	-3,287*** (1,2150)	-3,2150*** (1,2520)	-3,2437*** (1,2247)	-
Coleta_lixo_2010	-3,91024*** (1,2340)	-3,9062*** (1,2043)	-3,9402*** (1,2196)	-3,92055*** (1,2750)	-0,0308*** (0,03972)
ln(Val. Serv. Hospitalares)	-4,4020*** (1,2610)	-4,4905*** (1,2904)	-4,5003*** (1,230)	-4,1008*** (1,3077)	0,00380 (0,0087)
D_Médicos_1000hab	-4,0012*** (1,1360)	-4,1308*** (1,1093)	-4,1002*** (1,4473)	-4,1358*** (1,3704)	-0,10567*** (0,0347)
Dummies Anuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummies Regionais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
número de obs.	25942	25942	25942	25942	25942
log-likelihood	-13960,10	-13350,1	-13981,9	-13167,8	-20379,9

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.22 - Estimativas dos modelos de regressão do Valor Estatístico da Vida.

Variável dependente: Salário dos trabalhadores							
Região Norte							
Variáveis independentes (erro padrão)	Rondônia	Acre	Amazonas	Roraima	Pará	Amapá	Tocantins
Risco Laboral	27,7867*** (4,0205)	27,2196*** (5,3398)	30,076*** (3,4663)	18,3009*** (7,6852)	28,7642*** (2,4079)	29,1357*** (5,9650)	23,9913*** (5,1750)
sexo	512,0657*** (63,5124)	405,64*** (109,806)	371,99*** (53,4749)	478,197*** (123,882)	299,531*** (34,977)	424,74*** (96,1684)	501,002*** (82,2019)
Idade	33,7603*** (2,7465)	41,1467*** (4,8655)	35,4263*** (2,3775)	44,6929*** (3,7411)	28,2075*** (1,51118)	53,3977*** (4,4695)	34,915*** (3,4810)
Parentesco	145,863*** (62,8246)	106,70 (105,961)	133,675** (54,4192)	12,1293 (122,0122)	215,9921*** (34,1326)	264,303*** (95,8650)	167,41** (80,031)
Cor	193,32*** (60,3014)	73,6599 (119,94)	325,7147*** (59,8779)	306,169*** (138,91)	231,375*** (38,7827)	259,82*** (103,038)	406,095*** (86,4709)
Uso_internet	600,603*** (64,1525)	779,82*** (120,981)	682,742*** (60,2504)	861,596*** (137,44)	568,7442*** (38,1237)	523,92*** (105,43)	762,2861*** (90,5930)
Horas_trabalhadas	5,7277*** (2,9112)	3,8231 (5,3499)	-0,70445 (1,9216)	-1,4398 (5,903)	7,9515*** (1,4826)	1,8740 (4,0342)	11,5695*** (3,7469)
Posição_Trab	15,8308*** (61,4025)	-190,881* (106,341)	-438,592*** (55,768)	-478,1609*** (129,533)	-203,38*** (35,1119)	-576,344*** (94,815)	-308,163*** (81,7150)
Recebe_Auxilio_saúde	1088,93*** (95,7561)	1925,472*** (312,33)	674,28*** (63,481)	1153,73*** (302,381)	666,902*** (49,4201)	525,583*** (221,897)	1084,25*** (217,45)
Sindicalizado	111,8361*** (29,405)	605,26*** (149,2521)	683,751*** (78,122)	882,773*** (185,214)	385,811*** (47,9229)	550,6514*** (124,2765)	1194,0*** (129,534)
Idade_comec_trab	29,405*** (6,8522)	4,3992 (13,1473)	39,7408*** (6,8222)	7,7820 (12,0598)	13,8250*** (3,9344)	42,412 (12,3973)	53,8245*** (9,6379)
Urbano_Rural	127,461*** (85,705)	28,987 (148,701)	28,4333 (110,881)	305,133 (223,845)	-81,6504*** (47,3379)	385,3347 (208,4349)	101,86 (107,434)
Constante	-544,862*** (238,2718)	-157,4886 (396,009)	-328,107 (223,200)	-693,176 (499,503)	-32,634 (136,7154)	-788,2428 (430,7102)	-1286,727 (308,102)
R2	0,2696	0,2212	0,2361	0,2498	0,2463	0,4003	0,2805
Test F	61,7***	25,37***	84,77***	20,76***	147,08***	40,22***	57,29***

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.23 - Estimativas dos modelos de regressão do Valor Estatístico da Vida.

Variável dependente: Salário dos trabalhadores									
Região Nordeste									
Variáveis independentes (erro padrão)	Maranhão	Piauí	Ceará	Rio G. Norte	Paraíba	Pernambuc	Alagoas	Sergipe	Bahia
Risco Laboral	23,3008*** (4,0765)	22,9808*** (3,9477)	23,6295*** (2,1864)	24,894*** (5,2327)	23,442*** (4,1200)	29,0913*** (2,641)	23,053*** (3,4773)	26,530*** (5,7735)	29,832*** (2,3709)
sexo	189,657*** (71,1803)	487,909*** (74,1293)	375,573*** (37,641)	508,76*** (88,2922)	440,53*** (78,3365)	325,491*** (40,4887)	284,826*** (65,6661)	581,269*** (99,1479)	402,0146*** (36,9310)
Idade	23,6402*** (3,0226)	34,1352*** (3,2357)	29,685*** (1,6241)	39,469*** (3,7960)	31,4053*** (3,1499)	29,1409*** (1,7455)	28,7815*** (2,7180)	50,9813*** (4,3211)	35,8931*** (1,6102)
Parentesco	109,57 (68,7485)	213,776*** (73,0582)	156,34*** (38,363)	82,0227*** (87,3019)	174,433*** (74,6441)	159,0475*** (41,1901)	99,1990*** (62,7571)	-56,8716*** (95,891)	122,446*** (36,9410)
Cor	333,077*** (78,3037)	247,828*** (77,4991)	190,89*** (39,0705)	174,76*** (83,0857)	156,15*** (74,2249)	287,692*** (39,801)	242,107*** (64,901)	291,937*** (100,44)	623,1911*** (44,701)
Uso_internet	435,81*** (76,7407)	639,94*** (83,3576)	590,54*** (41,3091)	847,748*** (100,616)	620,56*** (87,8020)	572,1055*** (44,2174)	447,374*** (69,3701)	806,85*** (110,015)	637,77*** (42,301)
Horas_trabalhadas	10,5722*** (2,3082)	3,1248 (3,1578)	4,7360*** (1,5171)	14,6474*** (3,5071)	2,3981*** (3,0378)	10,8776*** (1,7431)	2,5196*** (2,40102)	6,8010*** (2,8781)	9,0907*** (1,4474)
Posição_Trab	100,188 (74,6061)	-199,748*** (73,5310)	-201,43*** (38,1247)	-467,71*** (86,603)	-309,88*** (75,923)	-199,309*** (40,5711)	9,7699*** (62,991)	424,647*** (99,1471)	244,8521*** (38,1901)
Recebe_Auxilio_saúde	965,92*** (110,7579)	370,487*** (132,703)	377,26*** (60,0781)	886,1924*** (149,132)	1331,25*** (143,90)	562,3503*** (59,6816)	573,655*** (133,0513)	899,99*** (151,491)	727,8734*** (49,571)
Sindicalizado	168,072*** (82,628)	167,519*** (87,3531)	352,00*** (47,5518)	487,105*** (107,1433)	195,40*** (90,5271)	282,47*** (55,3162)	393,46*** (90,301)	191,11*** (133,44)	302,7169*** (45,6410)
Idade_comec_trab	25,371*** (7,9574)	31,5776*** (7,8548)	30,3549*** (4,1062)	32,088*** (8,7465)	27,571*** (7,451)	28,4406*** (4,7338)	9,1964*** (5,9646)	31,318*** (11,2450)	39,8710*** (4,2710)
Urbano_Rural	-1,8517 (76,0052)	96,1469 (92,053)	157,467*** (57,3419)	116,898 (122,169)	45,585 (110,6937)	14,9095 (73,20649)	-19,673 (80,19801)	92,9321 (119,638)	12,5100*** (57,8610)
Constante	-346,883 (237,128)	-612,040*** (251,482)	-667,40*** (141,9975)	-1412,05*** (327,20)	-491,226* (283,353)	-548,43*** (168,6868)	-35,5911 (209,238)	-903,66** (365,571)	-879,284*** (148,72)
R2	0,1892	0,2541	0,2057	0,2727	0,2391	0,1840	0,2310	0,2269	0,2547
Test F	36,45***	36,88***	114,28***	42,91***	41,68***	106,6***	33,26***	40,06***	217,5***

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.24 - Estimativas dos modelos de regressão do Valor Estatístico da Vida.

Variável dependente: Salário dos trabalhadores				
Região Sudeste				
Variáveis independentes (erro padrão)	M. Gerais	E. Santo	R. Janeiro	S. Paulo
Risco Laboral	41,6123*** (2,2752)	34,553*** (4,0042)	53,9733*** (3,64551)	51,2591*** (2,6680)
sexo	488,3522*** (30,1192)	545,27*** (55,9410)	531,4415*** (47,5781)	519,1572*** (33,8910)
Idade	34,381*** (1,30781)	26,1309*** (2,36910)	34,4147*** (1,9348)	38,2610*** (1,4510)
Parentesco	261,557*** (30,8210)	180,978*** (55,7519)	366,7132*** (48,0152)	308,1723*** (35,2910)
Cor	294,853*** (28,6710)	290,5603*** (54,1715)	564,1892*** (45,6101)	359,3327*** (32,7910)
Uso_internet	651,685*** (35,1790)	514,7212*** (63,7710)	688,4672*** (55,8210)	703,449*** (40,2109)
Horas_trabalhadas	12,80314*** (1,4582)	9,0237*** (2,91640)	7,2949*** (1,8320)	9,89110*** (1,6735)
Posição_Trab	-267,242*** (31,0212)	-307,386*** (57,3410)	-333,9159*** (48,3353)	-182,859*** (36,8109)
Recebe_Auxilio_saúde	546,216*** (34,821)	539,68*** (65,7271)	918,6252*** (57,198)	637,29*** (37,5810)
Sindicalizado	403,6991*** (38,6019)	560,8236*** (70,4019)	420,9622*** (68,5076)	586,8736*** (43,68019)
Idade_comec_trab	37,8616*** (3,5585)	43,0183*** (6,5372)	57,9728*** (6,2343)	56,7093*** (4,37103)
Urbano_Rural	52,7201*** (51,1081)	188,032*** (87,2708)	62,5313 (138,3501)	142,42671* (87,8702)
Constante	-619,10*** (135,237)	-547,14*** (240,385)	-475,406* (249,6961)	-812,99*** (175,581)
R2	0,2383	0,3042	0,2170	0,2080
Test F	300,08***	80,05***	189,6***	310,8***

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.25 - Estimativas dos modelos de regressão do Valor Estatístico da Vida.

Variável dependente: Salário dos trabalhadores			
Região Sul			
Variáveis independentes (erro padrão)	Paraná	S. Catarina	R. G. Sul
Risco Laboral	39,3805*** (3,19310)	41,097*** (5,7210)	59,3869*** (3,53072)
sexo	558,712*** (43,075)	537,1013*** (72,5680)	570,0505*** (41,9710)
Idade	31,3161*** (1,8549)	29,64117*** (3,1827)	37,93002*** (1,7890)
Parentesco	216,8291*** (44,5501)	267,127*** (76,1257)	294,559*** (43,2810)
Cor	214,7210*** (43,6808)	-12,1561*** (92,43287)	364,565*** (49,2610)
Uso_internet	593,59*** (50,092)	641,7292*** (85,9102)	731,6126*** (50,3077)
Horas_trabalhadas	10,0601*** (1,9392)	13,8775*** (3,2611)	16,11883*** (1,9806)
Posição_Trab	-355,419*** (45,0341)	-368,6037*** (79,5210)	-360,0172*** (44,4210)
Recebe_Auxilio_saúde	593,757*** (54,8510)	600,899*** (97,5127)	220,6449*** (51,675)
Sindicalizado	314,0891*** (52,1102)	307,4087*** (90,01622)	526,7197*** (53,9611)
Idade_comec_trab	46,6251*** (5,1410)	41,3627*** (9,55901)	64,7210*** (5,5074)
Urbano_Rural	190,4642*** (72,9010)	180,6801*** (117,8710)	198,6301*** (86,5210)
Constante	-492,8596*** (189,903)	-252,3641*** (337,1241)	-935,63*** (207,4232)
R2	0,1883	0,1176	0,1902
Test F	129,9***	38,80***	185,3***

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

Tabela G.26 - Estimativas dos modelos de regressão do Valor Estatístico da Vida.

Variável dependente: Salário dos trabalhadores				
Região Centro-este				
Variáveis independentes (erro padrão)	M.G. Sul	M. Grosso	Goiás	D. Federal
Risco Laboral	42,0278*** (5,6020)	32,973*** (2,27019)	32,973*** (2,270209)	96,1588*** (8,80045)
sexo	550,2636*** (78,2711)	514,9303*** (35,6610)	514,9303*** (35,6696)	1031,895*** (102,028)
Idade	41,0827*** (3,3022)	28,5047*** (1,5197)	28,5047*** (1,5192)	88,6707*** (4,9110)
Parentesco	247,2386*** (79,18044)	147,74*** (35,8210)	147,742*** (35,8210)	235,7356*** (106,8828)
Cor	350,2815*** (73,7667)	172,795*** (33,3810)	172,795*** (33,3870)	879,8535*** (102,3359)
Uso_internet	664,9522*** (90,89331)	463,4872*** (38,8817)	463,487*** (38,8864)	1315,836*** (153,730)
Horas_trabalhadas	15,4210*** (3,31401)	6,1316*** (1,53021)	6,131710*** (1,5301)	22,40089*** (5,2582)
Posição_Trab	-357,1022*** (76,3981)	-60,92223*** (34,4317)	-60,9223*** (34,4319)	-1458,224*** (103,1585)
Recebe_Auxilio_saúde	510,226*** (112,039)	600,0477*** (51,7910)	600,0477*** (51,7910)	1672,633*** (123,757)
Sindicalizado	469,802*** (116,8116)	257,8014*** (48,58001)	257,8014*** (48,4813)	1158,402*** (123,9827)
Idade_comec_trab	43,7372*** (9,2146)	32,3210*** (4,17880)	32,5201*** (4,1769)	79,3222*** (12,9846)
Urbano_Rural	84,1772*** (127,0734)	80,9195 (61,5670)	80,9195*** (61,5617)	223,1925*** (289,534)
Constante	-899,6811*** (348,5537)	-173,881 (147,4154)	-173,881*** (147,4154)	-1720,98*** (561,4999)
R2	0,2023	0,2389	0,2389	0,3671
Test F	48,8***	133,06***	133,06***	170,1***

Fonte: resultados da pesquisa, 2016.

3.10 APÊNDICE H

Revisão de Literatura – Valor Estatístico da Vida

Tabela H.1 – Resultados encontrados para o Valor Estatístico da Vida (VSL) na bibliografia revisada.

Autores	País	Método	VSL (dolares)	Renda PC (mil dolares)	Risco
Kim e Fischback (1999)	Coréia do Sul	Risco-Salário	678.000	22,50	6,7
Liu e Smith (1996)	Taiwan	Risco-Salário	876.000	20,90	10,3
Miller e Guria (1991)	Nova Zelândia	Valor contingente	1.371.000	39,57	8,78
Hsueh e Wang (1987)	Taiwan	Risco-Salário	1.515.000	20,90	12
Siebert e Wei (1998)	Hong Kong	Risco-Salário	1.700.000	36,79	9,01
Ortiz, Markandya e Hunt	São Paulo (Brasil)	Valor contingente	2.070.000	11,13	9,7
Guria et al (1999)	Nova Zelândia	Valor contingente	2.100.000	39,58	8
Jones-Lee et al. (1995)	Reino Unido	Valor contingente	2.691.000	38,90	6,7
Kneisner e Leeth (1991)	Austrália	Risco-Salário	2.781.000	67,30	7,8
Vodden et al. (1993)	Canadá	Risco-Salário	3.213.500	52,21	6,2
Desaigues e Rabi (1995)	França	Valor contingente	3.435.000	40,85	6
Maier et al. (1989)	Austria	Valor contingente	3.451.000	47,22	4,52
Kidholm (1995)	Dinamarca	Valor contingente	3.764.000	57,63	4,50
Marin e Psacharopoulos (1982)	Reino Unido	Risco-Salário	4.124.500	38,90	6
Weiss et al (1986)	Austria	Risco-Salário	4.494.000	47,22	5,03
Persson et al. (1995)	Suécia	Valor contingente	4.605.000	57,10	5,03
Shanmungan (1997)	India	Risco-Salário	5.200.000	1,40	13
Schwab-Christe (1995)	Suíça	Valor contingente	7.525.000	83,20	3,2
Berger e Gabriel (1991)	EUA	Risco-Salário	9.900.000	49,96	11,1
Kneisner e Leeth (1991)	Japão	Risco-Salário	10.829.000	46,72	8
Dorman e Hagstrom (1998)	EUA	Risco-Salário	14.000.000	49,96	10,2
Abrasherbani e Marin (2000)	Reino Unido	Risco-Salário	19.900.000	38,90	7,2
Moore e Viscusi (1990)	EUA	Risco-Salário	20.800.000	49,96	12,2

Fonte: Resultados da pesquisa, 2015.

3.11 APÊNDICE I

Estatísticas Descritivas de Variáveis Socioeconômicas

Tabela I.1 - Porcentagem de domicílios com déficit de saneamento nos Estados Brasileiros, em 2013.

UF/Região	Déficit Total de Saneamento	Déficit Parcial de Saneamento	Plenas condições de Saneamento	Total domicílios amostrados
Brasil	2,03	5,93	74,57	108,261
Norte	6,03	11,08	57,91	14,561
Rondônia	0,87	15,22	60,63	2,070
Acre	7,44	12,84	47,4	981
Amazonas	7,04	6,77	64,22	2,571
Roraima	4,18	3,24	84,08	741
Pará	7,28	10,73	60,33	5,891
Amapá	2,39	11,53	58,93	711
Tocantins	2,57	13,41	40,48	1,596
Nordeste	4,55	8,76	64,34	29,624
Maranhão	9,7	17,16	49,75	1,970
Piauí	1,43	6,21	69,77	1,275
Ceará	5,12	9,8	61,73	5,317
Rio Grande do Norte	1,77	6,84	70,51	1,580
Paraíba	4,42	7,95	66,1	1,811
Pernambuco	2,55	4,53	73,75	6,263
Alagoas	6,99	10,75	46,99	1,460
Sergipe	6,26	5,47	66,5	1,773
Bahia	3,14	8,28	68,08	8,193
Sudeste	0,27	3,43	87,86	33,318
Minas Gerais	0,6	7,14	82,03	10,050
Espírito Santo	0,04	6,72	81,21	2,247
Rio de Janeiro	0,12	1,2	89,2	8,617
São Paulo	0,05	0,81	95,22	12,404
Sul	0,15	3,31	82,5	18,723
Paraná	0,15	4,9	75,02	5,782
Santa Catarina	0,3	2,18	85,8	3,199
Rio Grande do Sul	0,12	2,47	87,95	9,742
Centro-oeste	0,55	6,5	60,12	12,035
Mato Grosso do Sul	1,01	9,58	39,78	2,066
Mato Grosso	1,61	13,03	35,19	2,293
Goiás	0,18	5,22	62,03	4,862
Distrito Federal	0,17	0,67	95,4	2,814

Fonte: PNAD, 2013. Confecção própria, 2016.

Nota: Classificou-se como déficit parcial a ausência de dois serviços de saneamento básico. Em plenas condições de saneamento, encontram-se aqueles domicílios atendidos com água encanada, rede de esgoto e coleta de lixo. Finalmente, os domicílios que não apresentaram nenhum desses serviços foram categorizados na coluna de déficit total.

Tabela I.2 - Proporção de moradores das regiões brasileiras que residem em domicílios com déficit de saneamento básico, de acordo com escolaridade, renda per capita e cor/raça.

Variável	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-oeste	Brasil
Até 11 anos de estudo	35,9	34,1	37,5	35,4	40,4	36,3
Renda per capita até 1/2 salário mínimo	72,8	66,0	84,8	87,7	85,6	79,3
Não se declararam brancos	44,2	36,9	15,3	22,8	42,3	32,7

Fonte: PNAD, 2013. Dados da Pesquisa. Confeção própria, 2016.

4 O Impacto das Ondas de Calor sobre a Saúde Infantil no Brasil

4.1 Introdução

No Brasil vivem cerca de 36 milhões de crianças com idade entre 0 e 9 anos, aproximadamente 18% da população (IBGE, 2010). A maioria delas moram em domicílios que não são atendidos por serviços básicos de saneamento, sem cobertura de atendimentos hospitalares, cuidados médicos e com renda per capita inferior a meio salário mínimo. Esses fatores bastante comuns em países subdesenvolvidos, de acordo com a OMS (2013), são responsáveis pelas taxas de morbimortalidade infantil, especificamente em crianças com idade inferior a 5 anos.

Além desses fatores de vulnerabilidade, a literatura especializada relaciona o risco de hospitalização infantil com o fato da criança ser do sexo masculino, de baixa renda familiar, residir em zonas rurais, exposta ao fumo, exposta ao frio, ao calor, a umidade do ar, ser desnutrida, ser filha de mães adolescentes e de baixa escolaridade (Benguigui, 2003; Dharmage et al., 1996; Silva et al., 1999).

Por esse contexto, crianças são necessariamente mais vulneráveis a hospitalização do que organismos adultos, não só por terem sistema imunológico em formação, mas também por dependerem de cuidados especiais dos pais (Caetano et al., 2002). Por essa razão, em particular, a saúde e o bem-estar das crianças são totalmente influenciados por condicionantes climáticos, como oscilações abruptas de temperatura. Os fatores climáticos podem afetar diretamente a saúde infantil, e, a partir da literatura revisada, sugere-se que um aumento no número de crianças brasileiras internadas por malária e dengue esteja associado com aumentos nos níveis de temperatura e precipitação, respectivamente (Mendes, 2013; Pereda, 2012).

Ainda, no que concerne essa relação entre clima e saúde infantil, existe uma literatura específica sobre os efeitos das ondas de calor. Alguns desses estudos revelaram que esses fenômenos exercem impactos significativos na mortalidade infantil na Austrália, na Inglaterra, na Espanha e na Coreia do Sul (Nitschke et al., 2011; Basagaña

et al., 2011; Kysely e Kim 2009). Por exemplo, na França em 1911, uma onda de calor esteve associada com 40.000 mortes, sendo 29.000 crianças (Xu et al., 2014). Nesses estudos, as crianças se apresentaram mais vulneráveis a doenças renais e desequilíbrios eletrolíticos⁴⁶, doenças respiratórias e febres. Entretanto, outros estudos são pouco conclusivos sobre a relação entre calor excessivo e mortalidade infantil (Hutter et al., 2007; Nitschke et al., 2007; Son et al., 2012; Huang et al., 2010).

Sobre as diferentes evidências dos impactos das ondas de calor na mortalidade infantil nos diversos países, elas são explicadas por algumas razões básicas. Em primeiro lugar, pelas diferenças de adaptabilidade às ondas de calor, como características dos pais, uso de aparelhos ar-condicionado, estado nutricional e de vacinação das crianças, dentre outros. Além das condições de adaptabilidade, considera-se também diferentes características dos eventos de ondas de calor, como duração e intensidade dos episódios⁴⁷. Finalmente, quaisquer discrepâncias entre os resultados revisados na literatura também podem ser atribuídos as diferentes faixas etárias das crianças estudadas. Por exemplo, em alguns trabalhos foram analisadas crianças de 0 a 4 anos (Huang et al., 2010), de 0 a 14 anos (Nitschke et al., 2007) e até mesmo estudos voltados para recém-nascidos (Basagaña et al., 2011). De acordo com Xu et al. (2014), crianças de diferentes idades têm características específicas de adaptabilidade ao calor excessivo⁴⁸. Essa vulnerabilidade específica da idade pode ser devida a capacidade infantil de termorregulação menos desenvolvida, bem como na baixa capacidade de auto-cuidado.

Os estudos da literatura especializada, em sua maioria, investigam o efeito das ondas de calor sobre a mortalidade das crianças em países desenvolvidos, mas, autores

⁴⁶Durante um período de onda de calor, num esforço para prevenir a hipertermia e a desidratação, os mecanismos fisiológicos do corpo tentam regular o balanço de eletrólitos e água. No contexto de perdas de fluidos não substituídas por transpiração e respiração, as crianças, em particular, podem enfrentar desequilíbrio eletrolítico (Knowlton et al., 2008). Desequilíbrio eletrolítico pode precipitar a exaustão de calor ou câibras de calor, que por sua vez pode intensificar ainda mais o desequilíbrio eletrolítico no cenário de exposição contínua ao calor intenso. Entende-se por desequilíbrios eletrolíticos a desregulação de eletrólitos no corpo, como sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, bicarbonato, etc.

⁴⁷Além disso, vale ressaltar que toda a literatura revisada neste capítulo também não é consensual sobre a definição métrica de ondas de calor.

⁴⁸Em geral, a maioria dos resultados apresentados na literatura especializada ratificam que as ondas de calor têm um maior efeito sobre a mortalidade entre crianças do que adultos (Nitschke et al., 2007; Nitschke et al., 2011; Kysely e Kim, 2009; Basagaña et al., 2011.)

como Xu et al. (2014), acreditam que fatores de mortalidade nos países em desenvolvimento são muito diferentes, o que justifica acentuadas taxas de morbidade por doenças infecciosas e desidratação ⁴⁹. De acordo com os mesmos autores, as consequências do aumento da hospitalização prejudica também a frequência escolar e o desempenho cognitivo das crianças.

De acordo com Kovats et al. (2004), muito além de doenças infecciosas e renais, as doenças respiratórias infantis são consequências adversas dos episódios de calor extremo, justamente pelo fato do sistema respiratório infantil se encontrar em desenvolvimento. Apesar disso, os mesmos autores ainda atentam que não há clareza nos mecanismos por meio dos quais as altas temperaturas influenciam o risco de hospitalização infantil.

Muitas doenças cujo sintoma principal é a febre são intensificadas nos dias de ondas de calor, especialmente em crianças de 0 a 4 anos (Leonardi et al., 2006). As temperaturas ambientes quando superiores a $41^{\circ}C$, de acordo com Feld e Hyams (2005), foram associadas com hipertermia. De acordo com os autores, o hipotálamo é informado de que a temperatura corporal é menor do que o ajuste de temperatura interna e as respostas termorreguladoras que produzem calor são ativadas. Dessa forma, o calor é gerado por tremores e é conservado por vasoconstrição. Se a temperatura da criança for maior do que a temperatura ambiente, o calor é perdido pela vasodilatação e aumento da transpiração (Feld e Hyams, 2005). Conforme o argumentado pelos autores, se uma criança vivencia uma onda de calor e não pode procurar um ambiente mais frio, as respostas fisiológicas podem não ser suficientes e a consequência pode ser o aumento da temperatura corporal.

Referente o argumentado e mediante escassas evidências sobre a influência do clima no padrão de morbidade brasileiro, não foram encontrados resultados dos efeitos das ondas de calor para a saúde de recém-nascidos, nem mesmo para outros grupos de vulnerabilidade infantil. Sendo assim, o principal propósito deste trabalho foi analisar

⁴⁹De acordo com Barcellos et al. (2009), eventos climáticos extremos influenciam doenças infecciosas de veiculação hídrica, tais como a leptospirose, hepatites virais e doenças diarreicas.

os efeitos do clima, especialmente de eventos de ondas de calor, sobre a morbidade infantil acompanhada de internação hospitalar.

Neste capítulo, em específico, objetiva-se:

- I - Analisar os efeitos do clima sobre os níveis de internação hospitalar de crianças brasileiras pelas principais doenças responsáveis pela internação hospitalar infantil.
- II - Avaliar os efeitos das ondas de calor sobre a saúde de grupos de vulnerabilidade infantil, como crianças de diferentes faixas etárias, cor e gênero.
- III - Analisar as trajetórias das taxas de internação hospitalar de crianças, caso as ondas de calor não tivessem ocorrido.

Além desta introdução, o capítulo está estruturado numa segunda seção onde são discutidos aspectos da saúde infantil no Brasil. A terceira seção apresenta um modelo básico, sua estratégia de estimação e os dados utilizados. Na quarta seção foram discutidos os resultados encontrados, e, finalmente, na última seção as conclusões alcançadas. Em apêndice, encontram-se algumas informações complementares das análises realizadas e dos dados investigados.

4.2 Saúde Infantil no Brasil

As políticas brasileiras de assistência social são pautadas necessariamente na saúde materno-infantil, de acordo com um compromisso assumido por mais de 160 países junto à Organização das Nações Unidas⁵⁰, em 2000 (ONU, 2015; Figueiredo e Mello, 2007). Os objetivos desse acordo voltado para o desenvolvimento e proteção da criança, estabelecia metas em favor de reduções da mortalidade materna, do analfabetismo e da desnutrição infantil, melhorias ao acesso à educação e saneamento básico, e, por conseguinte, uma expressiva redução da mortalidade infantil. Há quase duas décadas desse acordo, no qual se esperava uma redução de 2/3 da taxa de mortalidade infantil, o Brasil reduziu o número de óbitos infantis em 73%. Na década de 90, eram registradas 61 mortes a cada 1.000 crianças menores de 5 anos, esse número reduziu pra 16 (UNICEF, 2015).

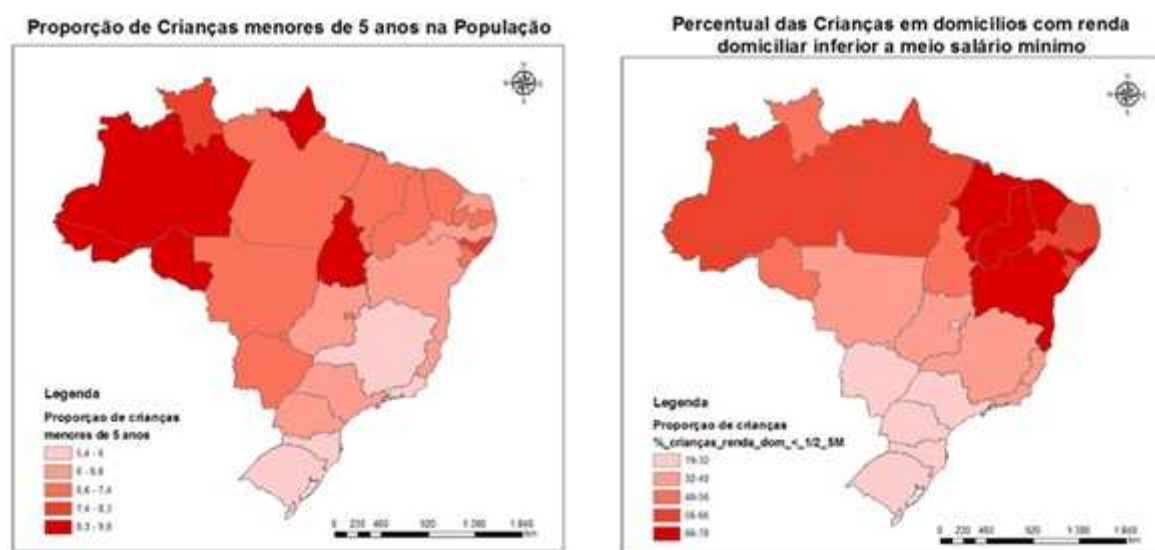
Em termos de programas assistencialistas, muitos autores afirmam que a redução da taxa de mortalidade infantil no Brasil foi consequência da instauração de alguns programas de saúde e combate à pobreza, como o Programa de Saúde da Família (PSF), o Programa de Agentes Comunitários de Saúde (PACS), o Programa Bolsa Família (PBF) e o Programa Fome Zero (Rasella, 2013; Gomes et al., 2015; Camelo et al., 2015). Além deles, de acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS (2014), o Sistema Único de Saúde (SUS) ampliou o atendimento materno e ao recém-nascido.

Apesar dos avanços, quanto a saúde infantil, a OMS (2015) destaca que as disparidades ainda são persistentes. Com relação a todos os municípios do país, mais de 1.000 registraram taxas de mortalidade de até 5 óbitos por 1.000 crianças, enquanto, em 32 cidades, todas das regiões norte e nordeste do país, a mesma taxa superava 80 óbitos. Além disso, a mesma instituição reforça que as crianças indígenas tem duas vezes mais chances de morrer antes de completar 1 ano de vida que as demais. Outro ponto levantado foi que, embora o número de mortes infantis tenha reduzido expressivamente, as

⁵⁰Esse acordo estabeleceu os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), que, em específico, assumiu 8 compromissos, dentre eles a redução da mortalidade infantil.

doenças respiratórias e as doenças infecciosas ainda persistem como aquelas que mais atingem crianças de 0 a 9 anos. Muitas dessas doenças estão atreladas ao nível de desenvolvimento econômico local, como a malária, as doenças diarreicas, a desnutrição e a desidratação, enquanto outras, como pneumonias, bronquites e asma, aos níveis de poluição e as temperaturas mais amenas (MS, 2015).

Na Figura 4.1, encontram-se mapas da distribuição demográfica e do perfil de renda dos domicílios onde se concentram as crianças de 0 a 5 anos no Brasil.



Fonte: Censo Demográfico, IBGE (2010). Confeção Própria.

Nota: A proporção de crianças menores de 5 anos na população é expressa como a razão desse número de crianças com relação a população total de cada estado. Da mesma forma, o número de crianças residindo em domicílios com renda inferior a meio salário mínimo foi comparado ao total de crianças de cada estado.

Figura 4.1 – Mapas da distribuição demográfica e econômica das crianças de 0 a 5 anos no Brasil.

Conforme o ilustrado pela Figura 4.1, a menor proporção de crianças com idade inferior a 5 anos da população vivem nos estados da região Sul e Sudeste. O contrário é notado nos estados das regiões Norte e Nordeste, em que, quase 10% da população é formada por crianças nessa faixa de idade, que, majoritariamente, vivem em condições de vulnerabilidade de renda. Em estados como Ceará, Bahia, Acre e Amazonas, mais de 50% das crianças residem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário

mínimo .

De acordo com o Ministério da Saúde (MS, 2015), no Brasil não é apenas a vulnerabilidade de renda que expõe as crianças a um maior risco de internação hospitalar, mas outros fatores como a falta de assistência e instrução as gestantes, ausência de acompanhamento médico, deficiências na assistência hospitalar, insegurança alimentar e déficits nos serviços de saneamento básico. Conforme o Fundo de População das Nações Unidas (FUNAP, 2015), esses condicionantes listados não são desafios a serem enfrentados por países economicamente desenvolvidos, a saber, Finlândia, Singapura e Noruega, e é exatamente por essa razão que suas taxas de mortalidade infantil são em torno de 5 vezes menores que a média brasileira.

No Brasil, as menores taxas de mortalidade infantil são encontradas nos municípios dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul, em média 10 óbitos infantis por 1.000 nascidos vivos. Essas taxas, de acordo com o Banco Mundial (2015), são idênticas a de países como a Malásia e o Qatar, e equivalem a taxa de mortalidade da Suécia, em 1950. A partir desse cenário, ainda que avanços tenham sido identificados, o Brasil, em termos de saúde infantil, se configura em relativo atraso.

Além disso, mesmo num cenário de queda na taxa de mortalidade, a questão central é que as taxas de morbidade acompanhadas de internação hospitalar tem se mantido estáveis, em torno de 3 milhões de crianças internadas todos os anos, somente nas capitais estaduais do país (Data-SUS, 2016; Ferrer, 2009). A eficiência no combate à mortalidade infantil está relacionado a maior disponibilidade tanto de médicos quanto de leitos hospitalares, mas, não necessariamente, está associada a redução da morbidade infantil. Isto é, conforme os dados disponíveis no Data-SUS, as crianças continuam adoecendo, e, de acordo com (Ferrer, 2009), esse ainda é um grande entrave aos gastos governamentais com saúde pública. De acordo com Maranhão (2010), as despesas hospitalares com cuidados infantis supera 650 milhões de reais.

Segundo o Ministério da Saúde (2010), aproximadamente 68% dos gastos do SUS com crianças menores de 5 anos são com hospitalizações por doenças respiratórias, afecções perinatais e diarreia aguda. De acordo com a mesma instituição, no Brasil, as

internações infantis por diarreias ainda são consideradas um importante problema de saúde pública, mesmo reconhecendo os avanços na cobertura de saneamento básico.

4.3 Metodologia

Nesta seção, a partir dos fundamentos teóricos propostos por Han e Foltz (2013), baseados na teoria de saúde como capital humano de Becker (2007), são descritas as formulações e proposições de um modelo empírico para analisar os riscos de internação hospitalar, como *proxy* do estado de saúde infantil, no Brasil. Esta seção foi segregada em apontamentos teóricos e técnicas de estimação econométrica.

4.3.1 Modelo Básico

Esta seção apresenta um modelo microeconômico, desenvolvido por Han e Foltz (2013), no qual as famílias vivenciam variações excessivas de temperatura, que, em última instância, afeta o processo de tomada de decisão relacionado a saúde. A mesma abordagem será aplicada neste trabalho, porém adaptada para os eventos de ondas de calor (*hw*).

Para a especificação deste modelo, os autores se pautaram em um modelo estrutural de alocação domiciliar de renda e produção elaborado por Browning e Chiappori (1994), em um modelo no qual indivíduos gastam uma parcela da renda em bens de saúde para aumentar a probabilidade de sobrevivência em condições de temperatura extrema, assim como o descrito em Burgess et al. (2011), e, finalmente em apontamentos teóricos sobre a importância da criança na família (Becker, 1973). Além disso, o enfoque infantil e no bem-estar relacionado a saúde do agregado familiar foram fundamentados em Currie (2000).

No modelo desenvolvido por Burgess et al. (2011), cada indivíduo enfrenta o calor excessivo diretamente e escolhe gastar uma parcela de sua renda em bens promotores de saúde e capazes de aumentar a probabilidade de sobrevivência, assim como o exposto no capítulo anterior. Além disso, de acordo com o modelo exposto em Han e Foltz (2013), neste trabalho também são considerados efeitos de fatores intervenientes específicos do

agregado familiar na sobrevivência da criança.

O modelo pressupõe que a família maximiza a soma ponderada da utilidade de cada membro, sujeito ao orçamento familiar. Assim, cada indivíduo i apresenta uma utilidade U_i no consumo de bens privados representados por x_i . A utilidade do indivíduo é ponderada pela sua importância no lar, $\tau(\theta)$, em que θ_i denota as características individuais que determinam o nível de importância do indivíduo e τ é uma função que determina características individuais em nível de importância. As principais características individuais podem incluir o sexo, a idade, e, no caso das crianças, sua ordem de nascimento e educação dos pais. Assume-se que a restrição orçamentária é expressa pela despesa total familiar, idêntica ao rendimento total familiar com salários W e trabalho L , geralmente adquiridos pelos pais. Além disso, pressupõe-se que a família se defronta com preços constantes para a sua produção p .

Dessa forma, a família apresenta o seguinte problema de maximização:

$$\max_{x_i} U = \sum_{i=1}^N \tau(\theta_i) U_i(x_i) \text{ s.a. } \sum_{i=1}^N p x_i = \sum_{i=1}^N W_i L_i$$

Em seguida, expande-se o modelo coletivo de alocação de agregados familiares para responder a demanda por saúde e sobrevivência para cada indivíduo, de acordo com Becker (2007).

Além de bens privados x_i , a função de utilidade individual é influenciada por um termo de sobrevivência $S(h, hw)$, em que $S(\cdot)$ é definida como a probabilidade de sobreviver, h_i denota quaisquer bens de melhoria de saúde consumidos pelo indivíduo i e hw representa os episódios de ondas de calor experimentados por todos os membros da família. A função utilidade adotada é similar aquela apresentada no capítulo anterior, de acordo com as proposições de Deschênes e Greenstone (2011). Então, cada indivíduo i tem a seguinte função de utilidade.

$$U_i = U_i(x_i, S_i(h_i, hw)) \quad (23)$$

Considerando um agregado familiar representativo composto por duas pessoas, um pai e uma criança ($i = p, c$), respectivamente, pode-se escrever suas funções de utilidade

como $U_p = U_p(x_p, S_p(h_p, hw))$ e $U_c = U_c(x_c, S_c(h_c, hw))$.

Assim, a família maximizará a soma ponderada das utilidades, U_p e U_c , sujeito a restrição orçamentária doméstica, da seguinte forma

$$\max_{x_i, h_i} U = \tau(\theta_p)U_p + \tau(\theta_c)U_c \text{ s.a } \sum_{i=1}^N px_i = \sum_{i=1}^N W_i L_i$$

A restrição da família pode ser expressa por:

$$W_p L_p = x_p + x_c + p_h h_p + p_h h_c \quad (24)$$

Tomando as condições de primeira ordem e assumindo uma solução interior, a contribuição da saúde da criança, h_c^* , que maximiza a utilidade doméstica é descrita pela equação abaixo.

$$\frac{\frac{dU_p}{dx_p}}{\frac{dU_p}{ds_p} \frac{ds_p}{dh_p}} = \frac{\frac{dU_c}{dx_c}}{\frac{dU_c}{ds_c} \frac{ds_c}{dh_c}} = \frac{1}{\rho} \quad (25)$$

Essa relação revela que o benefício marginal dos cuidados de saúde infantil é idêntico com o custo marginal relacionado a esses cuidados. Ela demonstra que a quantidade de insumos de saúde infantil comprado pela família depende do fator de importância da criança, da probabilidade de sobreviver aos choques climáticos e da probabilidade aumentada de sobreviver devido ao insumo de saúde da criança, de tal forma que $h_c^* = f(\tau(\theta_c), hw, \rho)$. Ressalta-se que o fator de importância atribuído a criança pode mitigar ou ampliar o efeito do calor excessivo sobre a saúde infantil (Han e Foltz, 2013).

Da mesma forma que Han e Foltz (2013), a partir da função de sobrevivência, pode ser decomposto o efeito das ondas de calor sobre a sobrevivência infantil, $\frac{dS_c}{dhw}$, e no efeito de insumos de saúde sobre a sobrevivência, $\frac{dS_c}{dh}$:

$$S_c^*(h_c^*, hw) = s(h_c^*(\tau(\theta_c), hw, p_h), hw) \quad (26)$$

Uma diferenciação em relação as variações de indicadores de ondas de calor (hw) da equação anterior, demonstra os efeitos diretos e indiretos do clima sobre a sobrevivência infantil:

$$\frac{dS_c^*[h_c^*(\tau(\theta_c), hw), hw]}{dhw} = \frac{dS_c[h_c(\tau(\theta_c), hw), hw]}{dh_c} \frac{dh_c}{dhw} + \frac{dS_c}{dhw} \quad (27)$$

A partir dessa equação, deriva-se dois efeitos das ondas de calor sobre a sobrevivência infantil.

i - Efeito direto - Dado aumentos na incidência de ondas de calor, a probabilidade de sobrevivência de uma criança diminui. O termo $\frac{dS_c}{dhw}$ revela um efeito direto dos episódios de ondas de calor sobre a sobrevivência das crianças. Como argumentado anteriormente, por meio da relação entre as características fisiológicas de um organismo e o calor excessivo, as ondas de calor reduzem a sobrevivência das crianças, $\frac{dS_c}{dhw} < 0$, (Han e Foltz, 2013; Burgess et al. 2009).

ii - Efeito indireto - As ondas de calor levam as famílias a consumirem bens e serviços promotores de saúde e/ou conforto térmico, $\frac{dS_c}{dh_c} \frac{dh_c}{dhw}$, de acordo com Burgess et al. (2009). Dessa forma, as ondas de calor afetam direta e positivamente a utilidade do agregado familiar, tanto por meio da utilidade infantil quanto pela utilidade dos pais ou cuidadores.

O primeiro desses efeitos é estritamente epidemiológico e representa um mecanismo no qual as ondas de calor afetam diretamente a saúde das crianças. O segundo efeito representa os impactos desses eventos nas estratégias de adaptação, pois, como explicado no capítulo anterior, o calor excessivo tende a elevar o consumo de aparelhos de ventilação, ar-condicionado, dentre outras estratégias de mitigação, o que, por consequência, minora os efeitos sobre a saúde infantil .

Nessa perspectiva, a soma desses efeitos diretos e indiretos revelam o impacto das ondas de calor sobre a saúde das crianças, importante componente do bem-estar familiar. Nesse contexto, vale ressaltar que os objetivos deste trabalho se limitam a analisar os efeitos diretos das ondas de calor sobre a morbidade infantil, uma proxy do estado de saúde das crianças. Sobre essa limitação, vale ressaltar que a desconsideração dessas ações adaptativas resultam em uma subestimação dos impactos sobre a saúde infantil.

A estratégia de estimação dos impactos das ondas de calor sobre a saúde infantil está disposta na próxima subseção.

4.3.2 Procedimentos Econométricos: modelos para dados contados

A variável morbidade infantil (M) é medida como o número de crianças doentes com notificações de internação hospitalar nas capitais dos estados brasileiros, no período de 2008 a 2013. Essa variável, por meio de um modelo de regressão em painel, foi relacionada com indicadores de ondas de calor e outros fatores intervenientes.

A equação do modelo econométrico é especificada por:

$$M_{it} = c_i + \beta_{1,H}HW_{it} + \beta_{2,C}C_{it} + \beta_{3,W}W_{it} + \beta_{4,E}E_{it} + \beta_{5,S}S_{it} + \varepsilon_{it} \quad (28)$$

em que β são conjuntos de parâmetros a serem estimados⁵¹, c_i são características específicas das unidades e invariantes no tempo e ε_{it} é um termo de erro aleatório. Sobre os vetores de variáveis regressoras, no vetor HW_{it} foram inseridos os indicadores de ondas de calor, em termos de sua incidência (HWN), duração ($HW D$), frequência ($HW F$) e amplitude ($HW A$). No vetor C_{it} foram incluídas variáveis climáticas, tais como temperatura, precipitação, número de horas de sol (insolação), humidade relativa do ar e interações entre temperatura e os indicadores contidos em HW_{it} . No vetor W_{it} encontram-se variáveis econômicas, como renda domiciliar e percentual municipal de crianças envolvidas em atividades laborais. No vetor E_{it} foram inseridas algumas variáveis referentes as características dos pais, em específico, a escolaridade dos pais e o número de mães adolescentes em relação ao número de crianças. Finalmente, o vetor S_{it} contém variáveis de vulnerabilidade social, tais como acesso a serviços de esgotamento sanitário e coleta de lixo, bem como o número de médicos por habitante.

O principal problema da equação 28 é que a variável dependente apresenta um processo gerador de dados discretos e não-negativos, que, de acordo com Cameron e Trivedi

⁵¹Em cada um dos coeficientes foram inseridos os subscritos H, C, W, E e S. Eles se referem ao número máximo de variáveis contidas num respectivo vetor. Por exemplo, no vetor C_{it} existem 5 variáveis climáticas, portanto o número de coeficientes variam de 1, 2, ..., C, sendo, neste caso, C=5.

(2005), torna ineficiente a estimação de modelos de regressão por métodos tradicionais, como Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ⁵². Sendo assim, para especificar modelos de regressão para a média condicional da variável (M), a distribuição mais comum para esses processos geradores de dados contados é a de Poisson e a Binomial negativa ⁵³ (Deb e Trivedi, 2002; Cameron e Trivedi, 2005).

De acordo com os mesmo autores, Cameron e Trivedi (2005) e Pereda (2012), as complicações padrões para um modelo de dado contado inclui: propriedade de pequenas médias da variável dependente; regressores endógenos; sobredispersão ou superdispersão dos dados (casos quando a variância condicional é superior à média condicional). Em geral, para entender a presença dessas complicações e apresentar estimativas adequadas, modelos de Poisson e Binomial Negativo foram estimados, usando estimadores de máxima verossimilhança. Mais detalhes desses procedimentos econométricos foram apresentados na próxima subseção.

O modelo básico para a estimação é o de Poisson, em seguida, na presença de sobredispersão, as estimativas passam a ser geradas por um modelo Binomial Negativo, todos escolhidos, conforme recomendação de Cameron e Trivedi (2005), utilizando o teste de sobredispersão discutido posteriormente e critérios de informação, como o Critério de Informação de Akaike (CIA).

4.3.3 Estimação dos modelos de Poisson e Binomial Negativo em painel

A proposição inicial desses modelos assume que a variável dependente M_{it} apresenta um processo gerador aleatório e discreto. Dessa maneira, a média condicional de M_{it} , dado um conjunto de regressores X_{it} , pode ser especificada como:

$$E(M_{it} | X_{it}) = m(X_{it}, \beta) \quad (29)$$

⁵²A estimação de modelos de regressão por MQO assume que os valores observados da variável dependente são normalmente distribuídos em torno do valor esperado, podendo assumir quaisquer valores reais.

⁵³A utilização de modelos de dados contados para problemas referentes a saúde são bastante frequentes. Deb e Trivedi (2002) investigaram, por meio de modelos com variáveis dependentes contadas, o número de visitas a médicos por pacientes. Os mesmos autores alegam que a natureza das informações de saúde geralmente é por dados de contagem, como registros de pessoas doente.

em que β são parâmetros associados com as variáveis regressores e m é a função de distribuição que determina o modelo.

Dado as características de contagem da variável dependente, especifica-se o modelo expresso pela equação 29 por uma distribuição de Poisson, na seguinte forma:

$$E(M_{it} | X_{it}) = m(X_{it} | \beta) = \frac{e^{-\exp(X'_{it}\beta)} \exp(X'_{it}\beta)^{M_{it}}}{M_{it}!} \quad (30)$$

em que $E(M_{it} | X_{it}) = Var(M_{it} | X_{it})$, ou seja, situação na qual os dois primeiros momentos dessa distribuição são idênticos, caracterizando uma propriedade conhecida como equidispersão.

Dado a especificação não-linear da equação 30, modelos de regressão estimados por métodos tradicionais, como o Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), não fornecem estimativas eficientes. De acordo com Wooldridge (2002), uma das possibilidades poderia ser a utilização de Mínimos Quadrados Não-lineares. Entretanto, a principal crítica a essa opção é que esse tipo de estimação não controlaria problemas de heterocedasticidade, muito comum de modelos com dados de contagem (Wooldridge, 2002). Por essas circunstâncias, Cameron e Trivedi (2005) recomendam a estimação por máxima verossimilhança.

Os mesmos autores atentam que, antes da estimação por máxima verossimilhança, é importante certificar que a variável dependente siga uma distribuição de Poisson, ainda que não hajam testes formais ⁵⁴. Para possíveis problemas de especificação, Cameron e Trivedi (2005) recomendam o método de quase máxima verossimilhança ⁵⁵, que gera estimativas consistentes e assintoticamente normais. A especificação por esse método é feita pela maximização da seguinte função de log-verossimilhança para $i = 1, 2, \dots, N$:

⁵⁴A especificação pela distribuição de Poisson é feita a critério do pesquisador, quando a variável dependente apresentar valores inteiros e não-negativos

⁵⁵Estimadores de quase máxima verossimilhança são definidos como aqueles que maximizam a função de log-verossimilhança mal especificada, gerando estimativas para funções de densidade especificadas de forma errônea. Essa má especificação conduz a estimativas possivelmente inconsistentes (Cameron e Trivedi, 2005).

$$L_i(\beta) = \sum_{t=1}^T [M_{it} \log(X'_{it}\beta) - \exp(X'_{it}\beta)] \quad (31)$$

O fato de não ter sido incorporado explicitamente um efeito não-observado constante no tempo (c_i), torna as estimativas de um Poisson empilhado viesadas e inconsistentes, desde que c_i esteja correlacionado com qualquer regressor do vetor X_{it} . Além disso, de acordo com Wooldridge (2002), mesmo que o efeito de c_i seja aleatório, certamente ela afeta os resíduos da regressão, comprometendo a eficiência dos estimadores.

Dada a existência de c_i , torna-se necessário constatar se esse efeito é puramente aleatório ou correlacionado com as variáveis regressoras do modelo X_{it} . É exatamente sobre o tipo de presença de c_i que se especifica os modelos de Poisson por efeitos aleatórios ou fixos (Wooldridge, 2002; Cameron e Trivedi, 2005).

O modelo de Poisson com efeitos aleatórios considera a sobre-dispersão da variância imposta por c_i , com a finalidade de produzir estimativas mais eficientes. Na presença de c_i , o pressuposto de igualdade dos momentos da variável dependente, $E(M_{it} | X_{it} = \text{var}(M_{it} | X_{it}))$, é alterado para $\text{var}(M_{it} | X_{it}) = E(M_{it} | X_{it})(1 + \text{var}(c_i)E(M_{it} | X_{it}))$ (Wooldridge, 2002). Assim, o fato de não considerar c_i implica em sobre-dispersão, $\text{var}(M_{it}) > E(M_{it})$, violando o pressuposto básico do modelo de Poisson.

Para que o modelo de Poisson com efeitos aleatórios seja consistente, assume-se:

- i - $(M_{it}|X_{it}, c_i) \sim \text{Poisson}[c_i m(X_{it}, \beta)]$;
- ii - $E(M_{it} | X_{it}, c_i)$ é independente de $E(M_{ir} | X_{ir}, c_i)$, se $t \neq r$
- iii - c_i segue a distribuição Gama " $\Gamma(\cdot)$ " e sua média não é alterada pelas variáveis X_{it} : $E(c_i | X_{it}) = E(c_i)$; $c_i \sim \Gamma(\cdot)$

De acordo com Wooldridge (2002), se todos esses pressupostos forem mantidos, a especificação do modelo de Poisson por efeitos aleatórios será eficiente. Exatamente por essa necessidade, as aplicações do modelo de efeitos aleatórios se tornam muito sensíveis, e, em muitas circunstâncias, apresenta estimativas viesadas. O autor recomenda a utilização de estimativas por quase máxima verossimilhança (QMV), que

ainda assim podem ser inconsistentes, desde que c_i apresente correlação com X_{it} . Por isso, geralmente os modelos de Poisson em painel são especificados por efeitos fixos.

A abordagem por efeitos fixos, utilizada neste estudo, é mais flexível e necessita apenas das pressuposições i e ii , listadas anteriormente. O modelo de Poisson de efeitos fixos permite a existência de uma dependência arbitrária entre c_i e X_{it} , e para a obtenção das estimativas dos coeficientes β , utiliza-se o método da máxima verossimilhança condicional. Assumindo $\eta_i = \sum_{t=1}^T M_{it}$, utiliza-se uma distribuição condicional conjunta referente a soma desses η_i componentes.

$$E(M_i | \eta_i, X_i, c_i) \sim \text{multinomial}[\eta_1, p_1(X_i, \beta), \dots, p_T(X_i, \beta)] \quad (32)$$

em que:

$$p_T(X_i, \beta) = m(X_{it}, \beta) / [\sum_{r=1}^T m(X_{ir}, \beta)] \text{ e } m(X_{it}, \beta) \sim \text{Poisson}, r \neq t$$

Pelo fato da equação 32 não depender de c_i , os coeficientes β podem ser estimados por máxima verossimilhança, por meio do log de verossimilhança da distribuição multinomial.

$$L_i(\beta) = \sum_{t=1}^T M_{it} \log[P_T(X_i, \beta)] \quad (33)$$

O estimador $\hat{\beta}$ de efeitos fixos maximiza $\sum_{i=1}^N L_i(\beta)$. De acordo com Wooldridge (2002), apenas o pressuposto (i) já garante a eficiência desse estimador.

Embora o tratamento do efeito não-observado (c_i) já garanta ao modelo Poisson de efeitos fixos consistência, a utilização do modelo Binomial Negativo de efeitos fixos confere às estimativas eficiência (Cameron e Trivedi, 2005).

O método de estimação do modelo Binomial negativo com efeitos fixos é análogo ao de Poisson com efeitos fixos, embora sua principal diferença resida na função de distribuição adotada. Para o modelo Binomial Negativo usa-se a seguinte especificação:

$$f(M_{it} | X_{it}, \alpha) = \frac{\Gamma(\alpha^{-1} + M_{it})}{\Gamma(\alpha^{-1})\Gamma(M_{it} + 1)} \left(\frac{\alpha^{-1}}{\alpha^{-1} + \mu}\right)^{\alpha^{-1}} \left(\frac{\mu}{\mu + \alpha^{-1}}\right)^{M_{it}} \quad (34)$$

em que $\mu = \exp(X'_{it}\beta)$, $\alpha = \text{var}(c_i)$ e Γ denota uma função do tipo Gama. Isto é, assume-se que $c_i \sim \text{gama}(1, \alpha)$.

Neste trabalho foram estimados modelos de Poisson com efeitos fixos e Binomial Negativo com efeitos fixos, e a decisão entre eles foi pautada no teste de sobre-dispersão, apresentado a seguir.

4.3.4 Teste de Sobredispersão em Painel

A sobredispersão existe quando os dados exibem mais variação do que o esperado em uma distribuição de Poisson. Para testar a presença de sobredispersão, em modelos de regressão em Painel, pode ser especificado o seguinte conjunto de hipóteses:

$$H_0 : E(M_{it}) = \text{var}(M_{it})$$

$$H_1 : E(M_{it}) < \text{var}(M_{it})$$

A estatística de teste, pautada num teste de razão de verossimilhança, é calculada por $LR = -2(LLFr - LLFu)$, em que $LLFr$ é a função de log-verossimilhança do modelo de Poisson e $LLFu$ é a função de verossimilhança do modelo Binomial Negativo. A estatística LR , a um dado nível de significância pré-estabelecido, segue uma distribuição χ^2 . O modelo Binomial Negativo será adequado quando a hipótese nula for rejeitada, $LR > \chi^2_{\alpha c}$, sob evidências de sobredispersão (URIBE, 2008).

4.3.5 Fonte dos Dados e Variáveis

Os dados utilizados nas análises deste capítulo foram provenientes da reunião de diferentes levantamentos estatísticos. As informações referentes a internação hospitalar infantil foram obtidas no Tab-net do Data-SUS, todas extraídas para cada capital do país no período de 2008 a 2013. Esse banco de dados é um aglomerado de informações epidemiológicas, de saúde, socioeconômicas e de infraestrutura urbana, disponíveis para as unidades da federação e suas capitais, bem como para todo o Brasil. Todas as informações socioeconômicas e de infraestrutura urbana são provenientes de pesquisas realizadas pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a saber, a

Pesquisa Nacional de Amostragem Domiciliar (PNAD) e o Censo Demográfico. Essas pesquisas buscam descrever a população brasileira quanto aos seus mais distintos perfis demográficos, suas características econômicas e sociais, com a estrita diferença que a PNAD é uma amostragem da população.

Ainda sobre as informações extraídas do Data-SUS, foram coletados todos os registros de morbidade acompanhados de internação hospitalar por crianças, isto é, indivíduos com idade inferior a 10 anos, para todas aquelas doenças apontadas como 90% das causas de mortalidade infantil no Brasil. Em específico, listam-se as seguintes doenças: tuberculose; doenças respiratórias, como bronquites e pneumonias; malária; leptospirose; cólera; leishmaniose; influenza; doenças diarreicas; desnutrição; doenças do coração, como infartos agudos do miocárdio, arritmias cardíacas e outras doenças isquêmicas do coração; desidratação; e dengue. Todos esses registros de internação hospitalar foram segregados para diferentes grupos de vulnerabilidade infantil, tais como crianças na faixa etária inferior a 1 ano, de 1 a 4 anos, de 5 a 9 anos, negras e não negras, do sexo feminino e do sexo masculino.

Outras informações de saúde também foram levantadas no Data-SUS, como número de médicos por habitante, número de pessoas com planos de saúde e despesas hospitalares municipais. Essas informações permitem diferenciar as capitais brasileiras quanto aos seus níveis de assistência e recursos médicos, sendo muitas vezes atreladas à redução de internação hospitalar infantil. No Data-SUS, ainda estão disponíveis informações socioeconômicas provenientes da PNAD para anos não-censitários e oriundas do CENSO para anos censitários, algumas dessas variáveis foram utilizadas neste estudo. Em específico, foram levantadas informações sobre o nível médio de renda familiar nos domicílios, proporção de crianças trabalhando, escolaridade média dos pais e número de mães adolescentes por nascidos vivos. Finalmente, informações de infraestrutura urbana também foram levantadas, principalmente aquelas relacionadas às características de saneamento básico das capitais brasileiras, como proporção da população atendida por serviços de coleta de lixo, água encanada e rede de esgoto. Vale ressaltar que essas características não podem ser identificadas por capital estadual do país, e são iden-

tificadas apenas para nove regiões metropolitanas, a saber, Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre. Por isso, essas características socioeconômicas foram introduzidas em níveis estaduais, tanto para os anos censitários quanto para os anos não censitários.

Todos os dados referentes ao risco climático introduzidos nos modelos de regressão foram extraídos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Essas informações encontram-se dispostas para 265 estações meteorológicas situadas em diversos pontos do território brasileiro. Conforme as descrições de dados do segundo capítulo, nesta base de dados estão disponíveis informações sobre umidade relativa do ar, pressão atmosférica, insolação (número de horas de sol), nível de precipitação, velocidade dos ventos e temperatura. Esses dados estão disponíveis para estações meteorológicas situadas em cada capital estadual brasileira, exceto Porto Velho e Campo Grande. Para essas capitais, os dados climáticos foram interpolados, assim como no capítulo anterior.

Ainda sobre os dados climáticos, foram utilizados dados de temperatura para construção dos indicadores de ondas de calor. Conforme a metodologia descrita no primeiro capítulo, os dados foram extraídos de modelos de reanálise, o Era-Interim, e foram transformados em indicadores de incidência (HWN), duração (HWD), frequência (HWF) e amplitude (HWA) de eventos de ondas de calor. A partir desses indicadores, a influência das ondas de calor no risco de internação hospitalar infantil foi estimado por meio de modelos de regressão, descritos nesta seção.

As variáveis utilizadas nas análises deste capítulo estão descritas em três grupos, conforme a natureza dos dados levantados.

Variáveis epidemiológicas e de saúde

As variáveis sobre saúde infantil referem-se ao número total de internações hospitalares por tuberculose, doenças respiratórias, malária, leptospirose, cólera, leishmaniose, influenza, doenças diarreicas, desnutrição, doenças do coração, desidratação e dengue, em indivíduos com idade inferior a 10 anos. Esses registros também foram contabi-

lizados para crianças do sexo feminino e do sexo masculino, para crianças negras e não-negras e de três faixas etárias, com idade inferior a 1 ano, de 1 a 4 anos e 5 a 9 anos.

Além dessas variáveis de morbidade infantil acompanhadas de internação hospitalar, utilizou-se também outras informações de saúde das capitais brasileiras, tais como: o número de médicos por mil habitantes no estado de cada capital; o número de crianças vacinadas proporcional ao número de crianças na população dos estados de cada capital; o montante anual de gastos hospitalares na capital (milhões de reais), e; a proporção da população atendida por planos de saúde (%) no estado de cada capital.

Variáveis climatológicas

As variáveis climáticas utilizadas nos modelos estimados foram: o nível médio de umidade relativa do ar (%); o nível de precipitação acumulado no ano (mm); o número total e anual de horas de sol incidentes num município (h), e; médias anuais de temperaturas máximas e mínimas (°C). Dos registros de temperaturas máximas e mínimas são computadas as Temperaturas Médias Diárias (TMD), calculados os Fatores de Calor Excessivos (FCE), e, por conseguinte, os indicadores de ondas de calor (HWN, HWD, HWF e HWA) ⁵⁶.

Variáveis Socioeconômicas e de Infraestrutura Urbana

Foram utilizadas como variáveis socioeconômicas as informações de renda domiciliar, escolaridade e emprego daqueles residentes dos estados de cada capital, desde que tenham declarado a presença de crianças na família, segundo o grau de parentesco. Sendo assim, extraiu-se o rendimento médio dos domicílios (Reais), a proporção de crianças empregadas em atividades laborais (%) e a escolaridade média dos pais de crianças com idade inferior a 10 anos, nos estados de cada capital. Outras características sociais também foram exploradas como fatores de vulnerabilidade infantil, a saber, a proporção de nascidos vivos de mães adolescentes, com idade entre 10 e 14 anos.

Além desses fatores socioeconômicos, também foram considerados os dados de sa-

⁵⁶Os detalhes desses indicadores foram discutidos no primeiro capítulo desta tese

neamento básico como *proxy* da infraestrutura urbana. Foram reunidas informações sobre a proporção da população atendida por serviços de coleta de lixo, água encanada e rede de esgoto.

4.4 Resultados

Inicialmente, para examinar a relação entre o risco de internação hospitalar e os condicionantes climáticos, especialmente aqueles indicadores de ondas de calor, foram confeccionados painéis de dados, cujas dimensões envolviam observações das 27 capitais estaduais brasileiras durante 6 anos. As variáveis referentes a morbidade acompanhada de internação hospitalar foram analisadas em subgrupos de crianças em diferentes faixas etárias, cor e gênero. Os resultados serão apresentados em duas seções, a primeira dedicada as estatísticas descritivas e a segunda sobre os efeitos do clima sobre o risco de internação hospitalar infantil.

4.4.1 Estatísticas Descritivas

De acordo com o Ministério da Saúde (2015), as principais causas de morbi-mortalidade infantil no Brasil, além de doenças respiratórias e do coração, são aquelas infecciosas e parasitárias. Grande parte dessas doenças, como malária, tuberculose e cólera, tiveram, no Brasil, suas taxas de mortalidade reduzidas a zero, mas, como em qualquer outro país subdesenvolvido, ainda são notados surtos recorrentes. As regiões brasileiras mais vulneráveis a riscos epidemiológicos são aquelas com baixos níveis de desenvolvimento econômico, como o Norte e Nordeste. Em média, nessas regiões, 10% da população são crianças, e, de acordo com os dados do Censo Demográfico (2010), metade delas encontram-se em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo. Conforme a Tabela 4.1, em Boa Vista, Macapá, São Luís e Maceió, a proporção de crianças na população é cerca de 12%, e aquelas residentes em domicílios pobres é de 75%.

Quando se condiciona o risco de internação hospitalar a fatores epidemiológicos, climáticos, de infraestrutura urbana e econômicos, vale ressaltar, conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013), que ele ainda é mais predominante em crianças, cujos os sistemas imunológicos estão em formação. Nesse sentido, quando se analisa os dados descritos pela Tabela 4.1, verifica-se que algumas capitais, em grande maioria, situadas nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste são aquelas mais vulneráveis.

Tabela 4.1 - Estatísticas descritivas do risco de vulnerabilidade socioeconômico das capitais brasileiras, 2008 a 2013.

Capital Região	Coleta de Lixo	Crianças (%)	Crianças Vacinadas	Pais analfabetos (%)	Renda Média	Rede Esgoto	Nascidos vivos por mães com 10 a 14 anos	Taxa Trabalho Infantil	Médicos por habitante	População com plano de saúde (%)
Região Norte	76,9	11,0	44965	11,9	581,9	52,8	1,17	12,1	0,9	1,2%
Porto Velho	72,7	9,4	25675	17,5	663,6	51,4	1,20	13,2	0,8	0,8%
Rio Branco	72,2	11,8	17026	18,8	592,8	46,0	1,40	14,9	0,8	0,4%
Manaus	78,0	11,2	75139	7,6	513,3	58,3	1,28	9,6	1,0	1,9%
Boa Vista	79,5	12,4	9754	11,7	651,5	80,9	1,34	14,2	1,1	0,2%
Belém	72,4	10,4	147247	7,3	482,6	53,4	0,92	11,7	0,7	4,0%
Macapá	89,6	12,4	14605	13,0	548,8	47,0	1,46	6,4	0,8	0,4%
Palmas	74,0	9,7	25311	7,2	620,9	32,7	0,58	14,7	1,0	0,7%
Região Nordeste	73,2	9,2	97415	8,1	494,9	54,3	0,91	11,0	1,0	3,1%
São Luís	58,6	10,5	126046	5,2	411,7	51,9	0,79	13,2	0,6	3,5%
Teresina	55,0	9,3	52455	6,4	482,8	62,4	0,76	16,3	0,8	1,6%
Fortaleza	73,1	8,8	132973	8,7	479,4	46,7	0,99	11,8	0,9	4,4%
Natal	84,2	8,5	48925	5,6	570,8	58,0	0,96	9,3	1,2	1,7%
João Pessoa	78,8	8,4	60520	7,5	534,1	57,2	0,86	8,9	1,2	2,0%
Recife	78,9	8,5	143569	7,6	490,0	50,1	0,85	8,4	1,3	4,6%
Maceió	73,5	10,5	56779	6,0	411,8	35,7	1,32	9,8	1,1	1,6%
Aracaju	83,6	9,5	35913	14,0	562,6	72,3	0,92	9,4	1,2	1,1%
Salvador	73,5	8,8	219551	11,7	510,8	54,5	0,76	12,3	1,0	7,3%
Região Sudeste	92,6	7,4	281403	9,9	898,0	84,7	0,60	5,8	2,3	10,5%
Belo Horizonte	86,9	7,5	257843	17,2	779,6	78,3	0,45	8,8	1,7	10,2%
Vitória	87,0	7,9	51507	4,1	803,8	77,3	0,64	8,1	1,8	1,8%
Rio de Janeiro	97,8	7,1	216662	4,9	986,2	89,4	0,79	2,2	3,2	8,4%
São Paulo	98,6	7,3	599601	13,4	1022,5	93,7	0,49	3,9	2,3	21,6%
Região Sul	90,5	7,0	123057	8,5	964,5	79,6	0,53	8,7	1,8	4,8%
Curitiba	89,9	7,4	150118	10,5	917,8	72,7	0,45	8,4	1,7	5,5%
Florianópolis	91,2	7,1	83917	11,1	1026,3	84,5	0,52	8,8	1,6	3,3%
Porto Alegre	90,3	6,6	135135	3,9	949,6	81,5	0,61	8,8	2,1	5,6%
Região Centro-oeste	89,4	8,5	55052	7,5	1023,2	51,9	0,65	8,7	1,8	1,9%
Campo Grande	88,9	8,5	40196	4,3	862,9	29,5	0,81	7,0	1,4	1,3%
Cuiabá	79,5	8,8	48841	11,6	825,8	38,6	0,75	10,1	1,1	1,6%
Goiânia	91,3	8,2	87122	5,6	798,9	43,4	0,52	9,1	1,4	3,2%
Brasília	98,1	8,3	44047	8,5	1605,2	95,9	0,52	-	3,5	1,4%

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016

No que tange as condições de saúde das capitais situadas nos estados das regiões Sul, Centro-oeste e Sudeste existe uma proporção de dois médicos por 1.000 habitantes, entretanto, nas regiões Norte e Nordeste, essa proporção é reduzida pela metade. Em Porto Velho, Rio Branco, São Luís e Teresina, estima-se que, numa proporção média, exista 1 médico por 1.250 habitantes. Além dessas informações, calcula-se, de acordo com o Data-SUS (2016), que apenas 4,3% da população brasileira possui algum plano de saúde, e, na região Norte, essa proporção não extrapola 1,2%.

A ausência de médicos e o baixo número de pessoas assistidas por planos de saúde tornam-se fatores ainda mais preocupantes para o público infantil, quando se considera a taxa bruta de vacinação das crianças nessas capitais. Com exceção das regiões Sudeste e Sul, o maior número de crianças vacinadas é no Nordeste. A imunização das crianças quanto a doenças infecciosas é fundamental nas capitais da região Norte e Centro-oeste, afinal internações hospitalares por doenças consideradas erradicadas, exemplo da malária e da cólera, foram notificadas em Manaus. Algumas epidemias, ainda que controladas por vacinação e campanhas médicas, de acordo com a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz, 2015), apresentam notificações cíclicas ao longo dos anos, seja pela baixa eficácia das vacinas ou por imunizações com curta duração. A transmissão dessas infecções, em grande medida, estão atreladas as condições sanitárias locais, como coleta de lixo, água encanada e rede de esgoto. Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste ainda persistem déficits, parciais ou totais, de serviços básicos de saneamento. Conforme os dados expostos na Tabela 4.1, 1/4 da população dessas regiões ainda não convivem com serviços de coleta de lixo, e, praticamente a metade não desfruta de rede de esgoto.

A exposição das crianças ao risco de internação hospitalar cresce mediante algumas vulnerabilidades de sua família. Por exemplo, 12% dos pais das crianças do norte e do nordeste são analfabetos e 60% pertencem a domicílios com renda per capita inferior a 1 salário mínimo. Em termos de renda per capita, 538 reais é a média dos domicílios que vivem as crianças brasileiras. Exatamente por essa razão, estima-se que, no Norte e no Nordeste, 12 a cada 100 crianças estejam envolvidas com atividades laborais. Outro

fator que conduzem as crianças precocemente ao mercado de trabalho é a proporção de mães adolescentes, com baixa ou nenhuma escolaridade. A partir da amostra utilizada neste estudo, verifica-se que nas regiões Norte e Nordeste encontra-se a maior proporção de nascidos vivos por mães com idade entre 10 e 14 anos.

Além dessas informações de saúde e socioeconômicas, na Tabela 4.2 encontram-se dispostas estatísticas que resumem algumas das características climáticas das capitais estaduais, durante o período de 2008 a 2013.

Tabela 4.2 – Estatísticas descritivas da vulnerabilidade climática das capitais estaduais, 2008 a 2013.

Capital/Região	Indicadores Ondas de Calor				Umidade Relativa do ar	Insolação atmosférica	Precipitação Acumulada
	HWN	HWF	HWD	HWA			
Região Norte	1,36	13,20	4,93	27,65	82,00	1969,7	2017,7
Porto Velho	1,26	5,98	6,70	27,59	86,14	1903,9	1995,4
Rio Branco	1,05	9,78	3,67	18,36	83,14	1675,6	1889,6
Manaus	2,84	17,03	3,87	29,79	83,43	1750,6	2288,9
Boa Vista	0,32	7,14	3,30	24,54	72,71	1831,9	1377,6
Belém	1,01	19,67	3,87	30,66	85,43	2164,3	2840,7
Macapá	1,06	18,86	4,17	30,51	82,14	2293,4	2328,7
Palmas	1,98	13,96	8,92	32,10	81,00	2168,3	1403,3
Região Nordeste	0,84	4,89	3,83	14,26	76,51	2602,8	1856,4
São Luís	1,04	4,31	3,47	15,26	81,86	2328,4	2161,9
Teresina	1,32	12,00	5,92	32,52	72,86	2637,0	1444,6
Fortaleza	0,99	3,84	3,04	5,10	75,43	2926,7	1582,3
Natal	1,00	4,17	4,19	10,30	75,57	2943,3	1733,7
João Pessoa	0,57	4,04	2,98	10,05	75,57	2651,7	1890,9
Recife	0,88	3,10	3,11	10,01	78,14	2366,7	1984,9
Maceió	0,50	3,57	3,86	10,04	77,29	2592,1	2095,0
Aracaju	0,20	4,54	3,83	20,17	74,14	2623,3	1783,3
Salvador	1,09	4,46	4,04	14,93	77,71	2355,7	2031,0
Região Sudeste	2,23	14,43	5,07	26,61	76,96	2356,9	1458,4
Belo Horizonte	1,98	12,29	5,74	22,87	71,14	2563,7	1473,3
Vitória	0,99	9,86	3,54	24,34	78,29	2386,6	1543,1
Rio de Janeiro	2,97	19,08	5,98	31,02	80,71	2369,4	1349,4
São Paulo	2,97	16,48	5,02	28,20	77,71	2107,9	1467,9
Região Sul	2,08	14,64	6,38	28,36	79,24	2129,5	1546,9
Curitiba	2,28	11,79	6,04	27,41	79,86	2002,4	1474,4
Florianópolis	2,97	15,64	6,27	28,29	81,57	2111,9	1648,7
Porto Alegre	0,99	16,50	6,84	29,40	76,29	2274,3	1517,4
Região Centro-oeste	1,69	11,28	6,27	29,73	69,43	2546,1	1540,7
Campo Grande	1,02	7,80	5,84	30,65	71,29	2588,7	1607,1
Cuiabá	0,99	12,60	6,91	30,29	72,14	2502,3	1428,7
Goiânia	2,88	13,01	6,67	29,52	66,71	2673,9	1578,4
Brasília	1,88	11,72	5,67	28,46	67,57	2419,4	1548,6

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

De acordo com os dados expostos na Tabela 4.2, verifica-se, nos respectivos anos, que as capitais de clima mais seco são aquelas das regiões Centro-Oeste. Brasília e

Goiânia apresentaram umidade relativa do ar em torno de 67%, valores muito abaixo da média nacional, cerca de 75%. Vale ressaltar que essa é uma medida anual, e, que em algumas estações do ano, os índices de umidade relativa do ar ainda são mais baixos nessa região. Apesar de Brasília e Goiânia se apresentarem como as capitais de clima mais seco do Brasil, foi em Cuiabá e no Rio de Janeiro os menores índices pluviométricos acumulados no ano, em torno de 1428 e 1349 mm, respectivamente.

Além dessas capitais, os índices pluviométricos também foram relativamente menores em Belo Horizonte, Palmas e Teresina. Outra variável climática analisada foi a incidência anual de horas de sol, ou, insolação atmosférica. Notou-se que Goiânia, Fortaleza e Natal foram aquelas capitais com o maior número de horas de sol, no período analisado, mais de 2.700 horas por ano. Essas características climáticas, quando reunidas, não só exercem efeitos sobre a saúde infantil, bem como são capazes de potencializar a ocorrência de ondas de calor. Isto é, em circunstâncias de anticiclones, há predominância de dias ensolarados, com baixa umidade relativa do ar, e, conseqüentes quedas dos índices pluviométricos. De acordo com Confalonneri (2007), esses dias atípicos são propensos a proliferação de doenças infecciosas, bem como um maior número de internações hospitalares por diversas outras doenças, em decorrência do calor extremo.

Índices que caracterizam as ondas de calor foram calculados, e, a incidência média desses eventos é relativamente maior nas cidades de Florianópolis, São Paulo, Rio de Janeiro e Goiânia. Nessas capitais, no período de 2008 a 2013, foram registrados aproximadamente 3 eventos de ondas de calor por ano. Outras cidades em que a frequência anual de dias quentes é atípica foram Palmas, Brasília, Belém e Macapá. Muito além da incidência, verificou-se que, em cidades como Cuiabá, Goiânia e Palmas, a duração média das ondas de calor foram aproximadamente 7, 7 e 8 dias, respectivamente. Considerou-se também choques de calor excessivo nos dias de registro de ondas de calor, entendida como amplitude de uma onda de calor. No tocante a essa medida, Cuiabá, Rio de Janeiro, Palmas e Goiânia foram aquelas capitais com ondas de calor mais intensas.

Quando se analisa de forma conjunta todos esses fatores, ressalta-se uma preocupação com a prevalência de ondas de calor em cidades onde crianças são expostas a vulnerabilidades econômicas, de saúde e de infraestrutura urbana. Nessa perspectiva, no apêndice J, encontram-se tabelas de dados descritivos dos registros de internações hospitalares infantis segundo doze doenças. Esses registros também foram segregados quanto ao gênero e cor das crianças internadas, e também estão dispostos no apêndice J.

Em conformidade a essas informações, no período de 2008 a 2013, o maior número de internações hospitalares infantis foram decorrentes de dengue, desidratação, doenças diarreicas e respiratórias. Em termos brutos, a prevalência dessas internações foram nas capitais do Nordeste, Centro-oeste e do Sudeste, justamente aquelas situadas em regiões apontadas como mais vulneráveis quanto aos fatores socioeconômicos. Entretanto, em termos proporcionais a população infantil, as capitais da região Centro-oeste foram aquelas com maiores registros de internação. Vale ressaltar que essa região é uma daquelas mais vulneráveis aos eventos de ondas de calor, conforme demonstrado nos resultados do capítulo II.

Por decorrências de desnutrição, malária, leishmaniose e leptospirose, doenças muito relacionadas com localidades pobres, têm sido poucos os registros relativos de crianças internadas. Apesar disso, em cidades como Palmas, Salvador, São Luís, Manaus, Belém, Cuiabá e Rio Branco, os riscos dessas doenças ainda não foram anulados, principalmente em crianças com idade inferior a 4 anos.

Outros fatos estilizados também foram verificados, como aqueles referentes as doenças diarreicas. A proporção de crianças internadas nas regiões Centro-oeste, Nordeste e Sudeste é relativamente maior que outras regiões, e, especialmente para crianças de 5 a 9 anos, no período considerado, a taxa de internação foi 15 vezes maior. As internações por desidratação, muito comuns nas populações de crianças e idosos em períodos de ondas de calor, foi mais acentuada nas capitais das regiões Centro-Oeste e Nordeste. Entretanto, a prevalência dessas internações foi três vezes maior nas capitais Cuiabá e Goiânia.

Destaca-se também que, em média, 1/3 de todas as internações hospitalares foram registradas em crianças negras, e 57% das internações infantis foram registradas em crianças do sexo masculino. Ainda, de acordo com os dados da PNAD (2013), vale salientar que 83% das crianças negras vivem em domicílios com renda per capita inferior a 1 salário mínimo. Finalmente, conforme o ilustrados pelos mapas das Figuras K.1 a K.3 do Apêndice K, informações sobre as internações hospitalares infantis foram contrastadas entre os anos de 2008 e 2013, com a finalidade de evidenciar a incidência geográfica dessas doenças nesses respectivos anos.

4.4.2 Resultados da Estimação

Todos os modelos foram estimados seguindo tanto uma especificação de Poisson quanto a especificação de um modelo Binomial Negativo. Entretanto, de acordo com o teste de sobredispersão, majoritariamente a hipótese de que os momentos das variáveis dependentes são idênticas foi rejeitada, a um nível de 5% de significância estatística. Por essa razão, todos os modelos estimados foram especificados seguindo uma distribuição Binomial Negativa.

Além disso, ainda sobre a estimação, em todos os modelos, os erros-padrão foram estimados por mecanismos de remostarem de bootstrap. Nesse sentido, vale ressaltar que, segundo Cameron e Trivedi (2005), as estimativas de um modelo Binomial Negativo com erros robustos são eficientes e consistentes, da mesma forma como nas especificações de Poisson.

Os modelos de regressão estimados procuraram relacionar os riscos de internação hospitalar infantil com fatores de vulnerabilidade econômicos e sociais, de infraestrutura urbana e condicionantes de saúde e variáveis climáticas. O risco climáticos considera variações na umidade relativa do ar, nos níveis de precipitação, incidência de horas de sol e, especificamente, episódios de calor excessivo.

A influência das ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil é objeto central de investigação deste capítulo, e, conforme os resultados dispostos nas Tabelas L.1 a L.4 do apêndice L, esses efeitos são bastante heterogêneos nas mais distintas doenças

analisadas. A incidência de ondas de calor exerce efeitos positivos sobre a internação de crianças por diversas doenças, principalmente aquelas infecciosas. Entretanto, verificou-se efeitos marginais negativos sobre a internação por doenças respiratórias, isto é, episódios de ondas de calor reduz o risco de crianças se internarem por doenças como bronquites, pneumonias e outras doenças respiratórias. Esse resultado, em particular, contradiz Kovats et al. (2004), que apresentaram evidências de que doenças respiratórias podem ser consequências de ondas de calor, afinal, conforme os autores, o sistema respiratório infantil se encontra em desenvolvimento.

Sobre a significância estatística desses efeitos marginais, ela foi notada para doenças como dengue, desidratação, desnutrição, diarreia e gripe influenza. Em específico, os efeitos de uma onda de calor varia, em média, 9, 3 e 50 o número de internações infantis, por dengue, desidratação e doenças diarreicas, respectivamente. Além disso, os efeitos da incidência de ondas de calor são estatisticamente significativos e negativos sobre as internações por doenças respiratórias, reduzindo, em média, em três hospitalizações infantis.

Discute-se que os efeitos das ondas de calor, muitas vezes, não é direto sobre a morbidade infantil, isto é, não é o calor excessivo que aumenta os caso de dengue, mas é por causa dos aumentos persistentes e abruptos de temperatura que os quadros clínicos de crianças se agravam e exigem internações hospitalares.

Sobre o grupo dessas doenças, cujo o nível de internação hospitalar infantil é influenciado pela incidência das ondas de calor, foram estimados os efeitos da duração, frequência e amplitude desses eventos. Em média, no caso das ondas de calor durarem um dia a mais, o número de crianças internadas aumenta 1, 0.5 e 12 por dengue, desidratação e doenças diarreicas, respectivamente. Esse resultado é convergente com Kovats et al. (2004), pois neste estudo foi verificado que notificações de emergências hospitalares aumentam conforme a persistência do tempo quente, principalmente em crianças de 5 anos, num percentual de 2,4%. Além disso, a duração marginal das ondas de calor, reduz, em média a internação de 2 crianças por doenças do aparelho respiratório. O efeito marginal de ondas de calor mais severas são muito similares aqueles

verificados para a duração marginal desses eventos. Os resultados dessas estimações estão dispostos nas tabelas L.1, L.2, L.3 e L.4 do Apêndice L.

Não obstante a esses resultados, também foram significativos os efeitos marginais da interação do número de ondas de calor com as variações médias de temperatura. Além de significativos, esses efeitos foram positivos para explicar as internações infantis por desidratação, desnutrição e doenças diarreicas. Um fato ainda não constatado era o efeito das ondas de calor sobre a hospitalização de crianças por doenças do coração, mas, quando essas variáveis foram interagidas, esse impacto foi positivo e significativo. O efeito relacionado a períodos de calor extremo e temperaturas médias também foram significativos para explicar reduções nos níveis de hospitalização por doenças respiratórias. Apesar disso, os resultados estimados revelam que, quanto mais úmido é o clima da capital e quanto mais incidente são as ondas de calor, menor são os números de internação hospitalar por doenças respiratórias. Os mesmos resultados foram encontrados por Nietshke (2007) para Adelaide na Austrália. De acordo com o autor, internações hospitalares diminuíram por doenças respiratórias em crianças com idade entre 0 e 4 anos. Entretanto, nenhuma variação significativa foi encontrada para crianças de 5 a 14 anos⁵⁷.

Outro fato observado e passível de ser elucidado foi que aumentos marginais de 1°C na temperatura média exercem efeitos, além de significativos e positivos, mais intensos que a duração de mais 1 dia de uma onda de calor. Nesse contexto, ainda ressalta-se que as interações entre temperatura média e duração, frequência e amplitude das ondas de calor foram significativas para explicar excessos de hospitalizações infantis por doenças como dengue, desidratação e diarreia. Salienta-se também que os efeitos combinados de aumentos marginais nas temperaturas médias com a frequência de dias excessivamente quentes foi superior ao efeito de 1 dia excessivamente quente. Isto é, quando os dias excessivamente quentes são acompanhados de temperaturas médias mais elevadas, os efeitos ainda são mais perniciosos sobre a saúde infantil. Os mesmos resultados são

⁵⁷O mesmo estudo foi realizado para 2008 e 2009, antes para 1993 a 2006, e comprovou que ondas de calor aumentam significativamente emergências hospitalares em crianças de 0 a 4 anos e 5 a 14 anos.

perseguidos para os efeitos da intensidade das ondas de calor, medidas pelo indicador de amplitude (HWA).

Os efeitos marginais das variáveis climáticas não apresentaram um impacto padrão, mas, em geral, apontaram que aumentos nos níveis de precipitação e insolação aumentam os casos de internação infantil. Em destaque, notou-se que um aumento no nível de precipitação das capitais brasileiras, não apenas influenciam as internações por dengue, mas aumenta também o número de crianças de 5 a 9 anos que buscam recursos hospitalares por leptospirose. O número de horas de sol aferidos nas capitais estaduais impactaram, especialmente, o número de internações por desidratação em crianças com idade entre 1 e 4 anos e do sexo feminino.

Quando se analisam os efeitos das outras variáveis regressoras, constata-se que a incidência das ondas de calor, a escolaridade dos pais, a razão de nascidos vivos por mães com idade entre 10 e 14 anos, a proporção de médicos por habitantes e a renda domiciliar per capita são aqueles fatores que mais influenciam as variações médias do número de internações hospitalares infantis. Além disso, verifica-se que algumas doenças infecciosas, a desidratação e as doenças respiratórias são as doenças que esses fatores de vulnerabilidade mais exercem efeitos significativos sobre a internação infantil.

A presença de serviços de saneamento básico, como coleta de lixo e rede de esgoto, reduzem os riscos de internações infantis, principalmente por dengue, doenças diarreicas, cólera e leptospirose. Aumentos de 10% na cobertura desses serviços podem reduzir, em média, 13% o número de crianças doentes com necessidade de internação hospitalar. Além desses fatores de infraestrutura urbana, aspectos demográficos, como a razão de nascidos vivos por mães adolescentes, de certo maneira aumentam o número de internações infantis, principalmente por dengue e doenças diarreicas.

Com relação a razão de médicos por habitantes, aumentos nessa proporção exercem efeitos positivos sobre o número de crianças internadas por todos os tipos de doenças infecciosas analisadas. Vale destacar os efeitos sobre as doenças diarreicas, em que um aumento marginal na relação médico/população aumenta cerca de 36 internações em crianças de 5 a 9 anos na população, grupo mais vulnerável a esse tipo de doença.

Variáveis econômicas, como o nível de renda domiciliar per capita, foram verificadas como decisivas para a redução das taxas de internação entre crianças. Aumentos marginais na renda dos domicílios foram estritamente significativos na redução de internação por doenças infecciosas. Doenças diarreicas, por exemplo, diminuem significativamente o número de internações quando há variação de 1% na renda domiciliar per capita. Essa redução é ainda mais elástica nas crianças com faixa etária entre 5 e 9 anos. Esses aumentos na renda podem estar atrelados a medidas de higiene, melhoria na alimentação e consumo de água potável, o que, certamente, reduz o número de crianças internadas por doenças diarreicas (OMS, 2013).

Os efeitos marginais dos fatores de vulnerabilidade considerados foram pouco significativos para explicar o número de internação hospitalar por desnutrição, provavelmente, pelo fato da desnutrição ter sido bastante reduzida por programas governamentais nas capitais estaduais e suas regiões mais carentes. Quando registradas, as internações hospitalares por desnutrição são mais persistentes em crianças com idade inferior a 4 anos, e especialmente sensíveis a aumentos no nível de renda familiar.

4.4.3 Valoração

Os impactos das ondas de calor também foram analisados em termos do custo médio de internação. Nas Tabelas 4.5 e 4.6, o custo médio de internação (em reais de 2015) foi relacionado com os efeitos da incidência, da duração, da frequência e da amplitude das ondas de calor sobre a hospitalização infantil, em todas as capitais brasileiras ⁵⁸.

De acordo com os resultados expressos na tabela 4.5, o registro adicional de um evento de onda de calor impõe a sociedade brasileira um custo médio de cerca de 120,36 e 6,7 milhões de reais, somente nas capitais estaduais, com internações hospitalares infantis por dengue, doenças diarreicas e desidratação, respectivamente.

Nas capitais das regiões Sudeste e Nordeste foram verificados os maiores custos com internações hospitalares infantis. De acordo com Bittencourt (2010), esses custos crescem por fluxos de doentes oriundos de cidades do interior com hospitais de pequeno porte, especialmente daquelas cidades com população inferior a 30.000 habitantes. Exceto São Paulo e Rio de Janeiro, em Salvador foi verificado os maiores gastos hospitalares com internação infantil por dengue e doenças diarreicas. Aproximadamente, 80% dos custos com a internação hospitalar infantil com a incidência de ondas de calor, pelas doenças mencionadas, são verificados nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Salvador.

⁵⁸Esses efeitos foram valorados apenas para aquelas doenças em que as ondas de calor exerceram efeitos mais significativos, a saber, dengue, desidratação, doenças diarreicas e respiratórias

Tabela 4.5 - Impacto da incidência e duração das ondas de calor no Gastos Hospitalares, em 1.000 reais.

Capital Região	População crianças 0 a 9 anos	Gasto hospitalar médio	HWN				HWD			
			Dengue	Diarreicas	Desidratação	Respiratória	Dengue	Diarreicas	Desidratação	Respiratória
Região Norte	1.175.306	1.056,4	11.546,9	3.476,5	651,8	-4.345,6	1.638,9	1.527,2	265,6	-869,1
Porto Velho	117.580,4	1.185,58	1.296,4	390,3	73,2	-487,9	184,0	171,5	29,8	-97,6
Rio Branco	86.723,1	1.113,04	897,7	270,3	50,7	-337,8	127,4	118,7	20,6	-67,6
Manaus	481.709,9	1.098,98	4.923,3	1.482,3	277,9	-1.852,9	698,8	651,1	113,2	-370,6
Boa Vista	75.075,2	864,54	603,6	181,7	34,1	-227,2	85,7	79,8	13,9	-45,4
Belém	244.931,1	1.148,09	2.615,2	787,4	147,6	-984,2	371,2	345,9	60,2	-196,8
Macapá	104.919,3	842,06	821,6	247,4	46,4	-309,2	116,6	108,7	18,9	-61,8
Palmas	64.366,9	1.142,56	684,0	205,9	38,6	-257,4	97,1	90,5	15,7	-51,5
Região Nordeste	2.462.152	1.378	31.549,5	9.498,8	1.781,0	-11.873,5	4.478,0	4.172,7	725,7	-2.374,7
São Luís	224.003,2	1.375,35	2.865,2	862,6	161,7	-1.078,3	406,7	378,9	65,9	-215,7
Teresina	174.758,7	1.057,97	1.719,5	517,7	97,1	-647,1	244,1	227,4	39,5	-129,4
Fortaleza	428.431,2	1.373,07	5.470,9	1.647,1	308,8	-2.058,9	776,5	723,6	125,8	-411,8
Natal	181.676,0	1.635,61	2.763,5	832,0	156,0	-1.040,0	392,2	365,5	63,6	-208,0
João Pessoa	165.955,6	1.317,57	2.033,5	612,2	114,8	-765,3	288,6	268,9	46,8	-153,1
Recife	336.495,7	1.527,53	4.780,3	1.439,2	269,9	-1.799,0	678,5	632,2	109,9	-359,8
Maceió	209.851,0	1.181,42	2.305,7	694,2	130,2	-867,7	327,3	304,9	53,0	-173,5
Aracaju	132.795,3	1.301,30	1.607,1	483,9	90,7	-604,8	228,1	212,6	37,0	-121,0
Salvador	608.185,0	1.630,64	9.223,1	2.776,8	520,7	-3.471,1	1.309,1	1.219,8	212,1	-694,2
Região Sudeste	3.681.890	1.503	51.462,0	15.493,9	2.905,1	-19.367,4	7.304,3	6.806,3	1.183,6	-3.873,5
Belo Horizonte	432.313,6	1.741,77	7.002,8	2.108,4	395,3	-2.635,5	993,9	926,2	161,1	-527,1
Vitória	61.210,5	1.640,93	934,1	281,2	52,7	-351,5	132,6	123,5	21,5	-70,3
Rio de Janeiro	1.117.800,0	1.233,30	12.820,8	3.860,0	723,8	-4.825,0	1.819,7	1.695,7	294,9	-965,0
São Paulo	2.070.566,1	1.395,64	26.874,8	8.091,3	1.517,1	-10.114,2	3.814,5	3.554,4	618,1	-2.022,8
Região Sul	650.453	1.671	10.108,7	3.043,5	570,7	-3.804,4	1.434,8	1.337,0	232,5	-760,9
Curitiba	325.767,5	1.981,69	6.003,8	1.807,6	338,9	-2.259,5	852,2	794,1	138,1	-451,9
Florianópolis	80.786,7	1.435,25	1.078,3	324,7	60,9	-405,8	153,1	142,6	24,8	-81,2
Porto Alegre	243.899,3	1.596,29	3.620,8	1.090,1	204,4	-1.362,7	513,9	478,9	83,3	-272,5
Região Centro-	1.116.289	1.431	14.852,7	4.471,8	838,5	-5.589,7	2.108,1	1.964,4	341,6	-1.117,9
Campo Grande	164.156,6	1.737,58	2.652,7	798,7	149,7	-998,3	376,5	350,8	61,0	-199,7
Cuiabá	111.219,7	1.414,42	1.463,0	440,5	82,6	-550,6	207,7	193,5	33,6	-110,1
Goiânia	275.241,4	1.496,03	3.829,5	1.153,0	216,2	-1.441,2	543,5	506,5	88,1	-288,2
Brasília	565.671,0	1.074,74	5.653,9	1.702,3	319,2	-2.127,8	802,5	747,8	130,0	-425,6
Brasil	9.086.090	1.408	119.519,9	35.984,5	6.747,1	-44.980,6	16.964,1	15.807,5	2.749,0	-8.996,1

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores médios por internação nas capitais brasileiras são informações disponibilizadas pelo SIH/SUS (Sistema de Informações Hospitalares do SUS). As informações do tamanho da população e o número de crianças nas capitais brasileiras foram extraídos das estimativas populacionais dos municípios em 2016. Além disso, os valores por região equivalem a soma da valoração apenas nas capitais estaduais.

Ainda, conforme os resultados da tabela 4.5, em média, o fato das ondas de calor durarem por mais um dia aumentam os gastos com internações hospitalares infantis em torno de 20%. Em episódios de ondas de calor, esses custos hospitalares são maiores nas mesmas capitais onde são maiores os efeitos da incidência desses eventos. Além disso, notou-se que os gastos com hospitalizações infantis com dengue e doenças diarreicas são bastante próximos, quando, em média, a onda de calor dura mais um dia.

Na Tabela 4.6, encontram-se dispostos resultados sobre o impacto da frequência de dias excessivamente quentes e da amplitude desses eventos de ondas de calor. Ao ano, caso nas capitais brasileiras fossem registrados mais um dia de calor atípico nas capitais estaduais brasileiras, os custos para todo o Brasil seriam em torno de 11 milhões de reais, em termos de internações hospitalares infantis por dengue, diarreia e desidratação. Por outro lado, um aumento marginal na temperatura mais quente da onda de calor mais severa, custaria anualmente 14,5 milhões de reais, em termos de hospitalizações infantis pelas mesmas doenças.

Conforme os resultados apresentados no capítulo II, embora sejam os municípios das regiões Centro-oeste aqueles mais afetados pelas ondas de calor, provavelmente pelo número de internações infantis, os maiores custos de dias de calor atípico e picos de calor durante uma onda de calor são verificados em São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Salvador.

Ainda, vale ressaltar que os efeitos das ondas de calor sobre os gastos com internações hospitalares infantis por doenças respiratórias foram negativos. Isto é, deixa-se de gastar com hospitalizações infantis por doenças respiratórias até 45 milhões de reais nas capitais estaduais brasileiras, em decorrência do registro de uma onda de calor.

Tabela 4.6 - Impacto da frequência e amplitude das ondas de calor nos Gastos Hospitalares, em 1.000 reais.

Capital Região	População crianças 0 a 9 anos	Gasto hospitalar médio	HWF				HWA			
			Dengue	Diarreicas	Desidratação	Respiratória	Dengue	Diarreicas	Desidratação	Respiratória
Região Norte	1.175.306	1.056,4	633,2	263,8	229,9	-620,8	869,1	289,7	252,5	-285,6
Porto Velho	117.580,4	1.185,58	71,1	29,6	25,8	-69,7	97,6	32,5	28,3	-32,1
Rio Branco	86.723,1	1.113,04	49,2	20,5	17,9	-48,3	67,6	22,5	19,6	-22,2
Manaus	481.709,9	1.098,98	270,0	112,5	98,0	-264,7	370,6	123,5	107,6	-121,8
Boa Vista	75.075,2	864,54	33,1	13,8	12,0	-32,5	45,4	15,1	13,2	-14,9
Belém	244.931,1	1.148,09	143,4	59,8	52,1	-140,6	196,8	65,6	57,2	-64,7
Macapá	104.919,3	842,06	45,1	18,8	16,4	-44,2	61,8	20,6	18,0	-20,3
Palmas	64.366,9	1.142,56	37,5	15,6	13,6	-36,8	51,5	17,2	15,0	-16,9
Região Nordeste	2.462.152	1.378	1.730,1	720,9	628,2	-1.696,2	2.374,7	791,6	689,8	-780,3
São Luís	224.003,2	1.375,35	157,1	65,5	57,1	-154,0	215,7	71,9	62,6	-70,9
Teresina	174.758,7	1.057,97	94,3	39,3	34,2	-92,4	129,4	43,1	37,6	-42,5
Fortaleza	428.431,2	1.373,07	300,0	125,0	108,9	-294,1	411,8	137,3	119,6	-135,3
Natal	181.676,0	1.635,61	151,5	63,1	55,0	-148,6	208,0	69,3	60,4	-68,3
João Pessoa	165.955,6	1.317,57	111,5	46,5	40,5	-109,3	153,1	51,0	44,5	-50,3
Recife	336.495,7	1.527,53	262,1	109,2	95,2	-257,0	359,8	119,9	104,5	-118,2
Maceió	209.851,0	1.181,42	126,4	52,7	45,9	-124,0	173,5	57,8	50,4	-57,0
Aracaju	132.795,3	1.301,30	88,1	36,7	32,0	-86,4	121,0	40,3	35,1	-39,7
Salvador	608.185,0	1.630,64	505,8	210,7	183,7	-495,9	694,2	231,4	201,7	-228,1
Região Sudeste	3.681.890	1.503	2.822,1	1.175,9	1.024,7	-2.766,8	3.873,5	1.291,2	1.125,2	-1.272,7
Belo Horizonte	432.313,6	1.741,77	384,0	160,0	139,4	-376,5	527,1	175,7	153,1	-173,2
Vitória	61.210,5	1.640,93	51,2	21,3	18,6	-50,2	70,3	23,4	20,4	-23,1
Rio de Janeiro	1.117.800,0	1.233,30	703,1	292,9	255,3	-689,3	965,0	321,7	280,3	-317,1
São Paulo	2.070.566,1	1.395,64	1.473,8	614,1	535,1	-1.444,9	2.022,8	674,3	587,6	-664,6
Região Sul	650.453	1.671	554,3	231,0	201,3	-543,5	760,9	253,6	221,0	-250,0
Curitiba	325.767,5	1.981,69	329,2	137,2	119,6	-322,8	451,9	150,6	131,3	-148,5
Florianópolis	80.786,7	1.435,25	59,1	24,6	21,5	-58,0	81,2	27,1	23,6	-26,7
Porto Alegre	243.899,3	1.596,29	198,6	82,7	72,1	-194,7	272,5	90,8	79,2	-89,5
Região Centro-	1.116.289	1.431	814,5	339,4	295,8	-798,5	1.117,9	372,6	324,7	-367,3
Campo Grande	164.156,6	1.737,58	145,5	60,6	52,8	-142,6	199,7	66,6	58,0	-65,6
Cuiabá	111.219,7	1.414,42	80,2	33,4	29,1	-78,7	110,1	36,7	32,0	-36,2
Goiânia	275.241,4	1.496,03	210,0	87,5	76,3	-205,9	288,2	96,1	83,7	-94,7
Brasília	565.671,0	1.074,74	310,1	129,2	112,6	-304,0	425,6	141,9	123,6	-139,8
Brasil	9.086.090	1.408	6.554,3	2.731,0	2.379,9	-6.425,8	8.996,1	2.998,7	2.613,2	-2.955,9

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores médios por internação nas capitais brasileiras são informações disponibilizadas pelo SIH/SUS (Sistema de Informações Hospitalares do SUS). As informações do tamanho da população e o número de crianças nas capitais brasileiras foram extraídos das estimativas populacionais dos municípios em 2016. Além disso, os valores por região equivalem a soma da valoração apenas nas capitais estaduais.

4.4.4 Simulação

Para a simulação dos efeitos das ondas de calor sobre a hospitalização infantil nas capitais brasileiras, primeiramente estimou-se \widehat{M}_{it}^{hw} , a hospitalização infantil média predita devido a incidência de ondas de calor. Em seguida, estimou-se \widehat{M}_{it} , a hospitalização infantil média predita devido apenas aos fatores intervenientes, exceto os indicadores de ondas de calor.

Após essas estimativas, calcula-se a variação na hospitalização infantil, $\Delta\widehat{M}_{it}$, da seguinte forma:

$$\Delta\widehat{M}_{it} = [\widehat{M}_{it}^{hw} - \widehat{M}_{it}]x \frac{[Pop_{2010}]}{1.000} \quad (35)$$

em que Pop_{2010} é a população infantil indicada pelo Censo Demográfico nas capitais brasileiras (IBGE, 2010). Vale ressaltar que as estimativas de \widehat{M}_{it}^{hw} e \widehat{M}_{it} são medidas para 1.000 crianças nascidas vivas, e, por isso, os resultados expostos na Tabela 4.3 são dimensionados de acordo a população infantil de cada capital.

De acordo com esses resultados, em geral, associa-se um excesso de internações hospitalares infantis a incidência de ondas de calor por doenças como dengue, diarreia e desidratação. Por exemplo, em São Paulo, caso não houvesse a incidência de ondas de calor, no período de 2008 a 2013, cerca de 30.000, 1.500 e 5.500 crianças não teriam sido internadas por dengue, diarreia e desidratação, respectivamente. Além disso, verificou-se variações negativas na hospitalização infantil por doenças respiratórias decorrentes de episódios de calor excessivo, principalmente em São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador.

Os resultados referentes as doenças respiratórias são contrários as evidências apresentadas por Xu et al. (2013) e Kovats et al. (2004), que verificaram efeitos adversos a saúde infantil em circunstâncias de calor extremo. Vale destacar que esses estudos foram para países de clima tipicamente mais ameno do que o Brasil.

Na Tabela 4.3 encontram-se dispostos os demais resultados encontrados para as demais capitais brasileiras. Essas medidas são efeitos médios dos impactos das ondas de calor na saúde de crianças de três grupos etários, aqueles menores de 1 ano, com

idade entre 1 e 4 anos e com 5 a 9 anos⁵⁹.

Tabela 4.3 - Simulação: Número médio de crianças hospitalizadas em cada capital brasileira, por dengue, diarreia, desidratação e doenças respiratórias.

Capital	Dengue	Diarreia	Desidratação	Respiratorias
Aracaju	1.268	18	12	-1.012
Belém	1.668	70	132	-1.797
Belo Horizonte	6.828	121	153	-3.336
Boa Vista	1.301	30	47	-617
Brasília	13.755	374	1.062	-4.476
Campo Grande	2.280	69	99	-1.269
Cuiabá	893	17	19	-865
Curitiba	3.534	106	135	-2.466
Florianópolis	849	2	0	-137
Fortaleza	5.878	74	84	-3.302
Goiânia	4.699	351	1.021	-2.213
João Pessoa	1.794	25	13	-1.276
Macapá	1.327	34	30	-801
Maceió	1.493	25	15	-1.624
Manaus	10.684	557	947	-3.754
Natal	2.784	29	13	-1.396
Palmas	1.381	59	108	-469
Porto Alegre	245	0	0	-432
Porto Velho	2.656	60	53	-846
Recife	3.512	84	94	-2.591
Rio Branco	2.004	74	86	-662
Rio de Janeiro	22.020	821	1.235	-8.870
Salvador	5.173	98	153	-4.579
São Luís	2.021	38	42	-1.577
São Paulo	29.249	1.543	5.514	-15.731
Teresina	1.503	33	41	-1.321
Vitória	701	18	24	-479

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Embora esse estudo analisou vários tipos de doenças, as simulações foram realizadas apenas para aquelas doenças cujos efeitos das ondas de calor foram significativos sobre os níveis de morbidade.

⁵⁹No Apêndice M, encontram-se dispostos os resultados dos modelos estimados para \widehat{M}_{it} . O método estimação foi idêntico aquele realizado nos modelos da subseção anterior, modelos Binomiais Negativos.

4.5 Políticas Públicas

A vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como ondas de calor, pode ser diminuída por meio de políticas de prevenção e mitigação, capazes de evitar ou limitar a exposição da população ao calor excessivo, o que é, sem dúvidas, importante para a saúde infantil. Qualquer que seja a política climática, em certa medida, ela recai sobre o grau de resiliência de uma população, como, por exemplo, a sua capacidade de se preparar, bem como se recuperar de um evento desses. No tocante a saúde infantil, certamente, essa capacidade não é promovida apenas por meio de políticas de conforto térmico, mas abrangem medidas que atuam de maneira direta sobre características socioeconômicas das famílias.

Em primeiro lugar, um programa para a construção de resiliência para lidar com os efeitos adversos das ondas de calor envolve necessariamente medidas preventivas. Mediante os efeitos já evidenciados sobre a morbimortalidade, métodos de prevenção primária se fazem fundamentais, principalmente aqueles capazes de evitar a exposição ao calor extremo. Essa medida, totalmente preventiva, pode reduzir os gastos hospitalares com o tratamento de crianças afetadas. Dessa forma, quando esclarecidos dos potenciais efeitos sobre a saúde infantil das ondas de calor, tanto pais quanto cuidadores podem adotar medidas de proteção das crianças, contornando possíveis danos à saúde promovidos pelas temperaturas elevadas.

Além dessas medidas reconhecidas como primárias, recomenda-se o desenvolvimento de sistemas de alerta cuja a finalidade é manter a população vulnerável as ondas de calor sobre aviso de possíveis eventos. Além disso, a sede desse sistema de alerta seria funcional para abrigar a população mediante catástrofes, disseminar conhecimentos meteorológicos, bem como informações de saúde pública e possíveis cuidados, tudo com a finalidade de minorar a exposição do público ao calor excessivo. O sistema de alerta também tem como função monitorar a formação de episódios de ondas de calor, bem como pode auxiliar no monitoramento de outros eventos extremo, como as chuvas fortes.

De acordo com Nicholls et al. (2007), em Melbourne na Austrália foi desenvolvido um simples sistema de monitoramento e alerta para o calor excessivo. De acordo com os autores, todas as vezes que as temperaturas excedem $30^{\circ}C$, verifica-se um excesso de mortalidade em torno de 15 a 17%, principalmente da população com idade superior a 65 anos. A partir desse fato, sempre que a temperatura média excede o limiar de $30^{\circ}C$, um alerta de calor extremo é emitido para as autoridades públicas e serviços de ambulância e organismos ligados a saúde pública são acionados. Os autores ainda atentam que o número de alertas emitidos tem sido baixos, uma vez que esse limiar só foi ultrapassado 42 vezes no período de 1979 a 2001. Nesse sentido, uma vez conhecidas as cidades que mais enfrentam ondas de calor anualmente, sistemas de alerta poderiam ser desenvolvidos com limiares de temperatura variáveis, e alertas precoces poderiam ser eficazes na redução de morbidade pediátrica, uma vez que pais e cuidadores poderiam se antecipar e adotarem medidas de precaução.

No Brasil existem duas experiências voltadas para o monitoramento de eventos climáticos extremos, os programas Rio Resiliente e SOS chuva. O programa Rio Resiliente é fundamentado em um sistema de alarme comunitário dirigido por um órgão da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, o Sistema Alerta Rio. Esse órgão tem como funções a previsão e a vigilância de chuvas fortes. Todas as vezes que são detectadas situações de alerta, possíveis chuvas fortes com riscos de alagamentos e deslizamentos, mensagens de texto são enviadas a telefones celulares de todos os integrantes do sistema, a saber, agentes comunitários de saúde, líderes comunitários e agentes públicos. Além de mensagens, a Defesa Civil implantou um sistema de alarme com sirenes em 103 comunidades, todas com residências situadas em áreas de alto risco, conforme mapeamento prévio. De forma diferente, o sistema SOS chuva desenvolvido pelo INPE procura fazer previsões imediatas de tempestades e outros extremos climáticos, e, disponibilizá-las por meio de um aplicativo para smartphones. A ferramenta oferece informações a população sobre a formação de raios, rajadas de vento e chuvas de granizo⁶⁰. O objetivo

⁶⁰Sobre as chuvas de granizo, as informações inclui até o tamanho das pedras de gelo que assolaram determinadas regiões.

principal desse programa é reduzir os efeitos dos eventos climáticos extremos sobre as cidades, e, por conseguinte, diminuir o número de mortes causadas por deslizamentos e inundações, por exemplo.

O sistema SOS chuva é voltado para a região de Campinas (SP) e o Rio Resiliente para a cidade do Rio de Janeiro. De acordo com o INPE (2015), nessas cidades ocorrem um volume anormal de precipitações severas. Mas, como este capítulo demonstrou, o risco das ondas de calor é mais acentuado nas capitais estaduais do Centro-oeste. Dessa forma, sistemas de monitoramento específicos poderiam ser voltados para essas cidades, ou para aquelas cujos efeitos do calor excessivo para a saúde é superior, como é o caso de São Paulo. No caso do SOS chuva, vale salientar que os custos de implantação do programa são elevados, cerca de 3 milhões de reais⁶¹.

Além dessas medidas de alerta a sociedade vulnerável, de acordo com Rosenthal et al. (2007), outras medidas que recaem sobre a remodelação do ambiente construído podem ser adotadas. O exemplo citado pelos autores foi o projeto "Cool City", esse projeto iniciou-se em 2000 com propostas de estudantes e professores do programa de planejamento urbano da Universidade de Columbia. A ideia inicial era reunir pesquisadores de saúde pública, planejamento urbano, economia e arquitetura para avaliar os efeitos de fenômenos de ilhas de calor, bem como propor estratégias eficazes para mitigar esses efeitos. Dentre os métodos de mitigação propostos para o ambiente urbano, citam-se o aumento da vegetação urbana e o uso de telhados verdes. Isto é, tanto o plantio de árvores nas ruas como os sistemas vegetativos implantados nos telhados dos edifícios são capazes de proteger as residências da radiação solar. Essas medidas são, de acordo com Carvalho et al. (2016), empiricamente eficazes para reduzir a temperatura máxima da superfície da área urbana de Porto (Portugal).

Sejam quais medidas forem adotadas, em países emergentes como o Brasil, recomenda-se que as políticas climáticas sejam acompanhadas de outros programas voltados para a saúde pública, bem como para a redução da pobreza. Essas medidas, somados a

⁶¹No projeto SOS chuva, o radar utilizado apresenta capacidade de cobrir uma área de 100 quilômetros e custou cerca de 2 milhões de reais.

conscientização dos pais e cuidadores das crianças, são fundamentais para garantir que uma família consiga contornar os efeitos das ondas de calor sobre a saúde infantil.

4.6 Conclusão

Neste capítulo foram investigados os efeitos do clima, especialmente das ondas de calor, sobre os riscos de internação hospitalar infantil por doenças infecciosas e epidêmicas, desidratação, desnutrição, doenças do coração e respiratórias. A vulnerabilidade infantil por essas doenças também foi controlada por faixa etária, cor e sexo das crianças. Além disso, os riscos de morbidade infantil acompanhados de internações hospitalares também foram explicados por determinantes sociais, econômicos, sanitários e de saúde pública. As análises recaíram sobre as capitais dos 27 estados brasileiros no período de 2008 a 2013, conforme disponibilidade de dados.

Os testes estatísticos realizados, a partir dos modelos de regressão estimados, revelaram que a incidência de ondas de calor, características sociais dos pais das crianças, a presença de médicos e a renda domiciliar per capita são aqueles fatores decisivos para explicar as variações de internação hospitalar. As ondas de calor exercem efeitos positivos e significativos sobre o número de crianças internadas, principalmente, por dengue, desidratação e doenças diarreicas nas capitais estaduais. De forma contrária, as ondas de calor reduzem o número de crianças internadas por bronquites, pneumonias e outras doenças respiratórias.

Em geral, os resultados são bastante heterogêneos conforme a incidência e aspectos fisiológicos das doenças analisadas. Entretanto, os maiores efeitos verificados das ondas de calor foram sobre as doenças diarreicas, que, em geral, são verificadas em crianças com idade inferior a 5 anos. Além disso, os efeitos da duração e amplitude desses fenômenos se mostraram significativos para aumentar ainda mais as taxas de internações hospitalares infantis, principalmente em crianças do sexo feminino e na faixa etária de 5 a 9 anos. No caso da dengue, por exemplo, se as ondas de calor persistirem por mais um dia, o efeito sobre o número de crianças internadas é bem próximo de uma variação marginal na temperatura mais quente da onda de calor registrada como mais severa.

Dentre as características analisadas das ondas de calor, a duração é aquela que exerce o maior impacto sobre as taxas de internação entre crianças, principalmente

aquelas do sexo feminino e com idade inferior a 5 anos. Vale evidenciar que, relativamente às outras crianças, os efeitos das ondas de calor não são sistematicamente diferenciados em crianças negras. Entretanto, foi constatado que 33% das crianças internadas são negras e 75% delas vivem em domicílios relativamente pobres.

Outras variáveis climáticas também exerceram efeitos significativos sobre os riscos de internação hospitalares infantis. O número de horas de sol incididas num município é capaz de variar positivamente o número de crianças internadas por desidratação, enquanto, naquelas capitais com maiores níveis de precipitação acumulado, maiores são as internações por leptospirose. As duas doenças afetam mais crianças na faixa etária de 5 a 9 anos, do sexo masculino e pobres.

Além dos fatores climáticos, o número de crianças internadas nas capitais são influenciados positivamente pela proporção de médicos por habitantes e pela proporção de crianças envolvidas em atividades laborais. O total de médicos é diretamente relacionado com o número de hospitais e, por conseguinte, com a disponibilidade de leitos hospitalares. Outros fatores relacionados aos pais das crianças também foram fatores de risco significativos para a saúde das crianças, principalmente aquelas com idade inferior a 1 ano. A saber, uma taxa de analfabetismo reduzida e uma menor proporção de nascidos vivos por mães com idade entre 10 e 14 anos são preponderantes para a redução do risco de internação hospitalar infantil. Os efeitos dessas variáveis são maiores em internações por doenças que podem ser prevenidas por maiores cuidados dos pais, como, por exemplo, dengue, malária e doenças diarreicas.

Os aumentos nos níveis de renda domiciliar per capita, na presença de serviços de saneamento básico e no acesso a serviços de saúde são determinantes na redução da internação hospitalar infantil. Esses condicionantes são capazes inclusive de reduzir os efeitos adversos das ondas de calor sobre a saúde humana, considerando-os como essenciais para as estratégias de adaptação das famílias. Por isso, apenas uma política climática, como sistemas de alerta, não seriam suficientes para sanar os problemas relacionados a saúde infantil. Certamente, recomenda-se o desenho conjunto de programas assistencialistas combinados para o combate da pobreza, das más condições de

saneamento e da segurança alimentar.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o aprofundamento em questões referentes a adaptação familiar aos eventos de calor extremo e as estratégias de mitigação dos efeitos sobre a saúde das crianças.

REFERÊNCIAS

Banco Mundial. World Bank Open Data. 2015. Acesso em: ago. 2016. Disponível em: <http://data.worldbank.org/indicador/SP.DYN.IMRT.IN?locations=BR>

BARCELLOS, C.; et al. Mudanças Climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 18, pg. 285-304, 2009.

BASAGAÑA, X.; et al. Heat waves and cause-specific mortality at all Ages. *Epidemiology*. V. 22, N. 6, p. 765–772, 2011.

BECKER, G. Health as human capital: synthesis and extensions. *Oxford Economic Papers*, 59, 379-410, 2007.

BENIGUI, Y. Acute respiratory control in the context of the IMCI strategy in the America. *Revista Brasileira de Saúde de Materno Infantil*. Ed. 3, v. 1, p. 25-36. Recife, 2003.

BITTENCOURT, R. J. A superlotação dos serviços de emergência hospitalar como evidência de baixa efetividade organizacional. Tese apresentada a Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Osvaldo Cruz - FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 2010.

BLUM, L. N.; BRESOLIN, L.B.; WILLIAMS, A. M. Heat-related illness during extremeweather emergencies. *AMA Council onScientific Affairs JAMA*. V.279, N. 19, p. 1501-1514, 1998.

BOER, J. D.; DUBOULOZ, M. Handbook of disaster medicine. International Society of Disaster Medicine, Brill, Leiden, 2000.

BOUCHAMA, A.; KNOCHEL, J. P. Heat Stroke. *The New England Journal of Medicine*. N. 346, V. 25, p. 1978–1988, 2002.

BROWNING, M. Chiappori, F. P. B. Income and Outcomes: A Structural Model of Intrahousehold Allocation. *Journal of Political Economy*, v. 102, n. 6, p. 1067-1096, 1994.

BURGESS, R.; DESCHENES, O.; GREENSTONE, M.; DONALDSON, D. Weather and Death in India. Universidade Tilburg. 2011. Acesso em: ag. 2016. Disponível em: <https://www.tilburguniversity.edu/upload/3db6cd07-abb7-416e>.

CAETANO, J. R. M.; BORDIN, I. A. S.; PUCCINI, R. F.; PERES, C. A. Fatores associados à internação hospitalar de crianças menores de cinco anos. *Revista de Saúde Pública*. Ed. 36, v. 3, p. 285-291. São Paulo, 2002.

CAMELO, R. S.; TAVARES, P. A.; SAIANI, C. C. S. Alimentação, nutrição e saúde em programas de transferência de renda: evidências para o Programa Bolsa Família. In.: Anais do 49º Encontro de Economia da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia, Recife-PE, 2015.

CAMERON, C.; TRIVEDI, P. K. Microeconometrics using Stata. 1a. Ed, Stata Press, Estados Unidos, 2005.

CONFALONIERI, U. E . C., MENNE, B. Human Health. Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge University, p. 213-236. Cambridge, 2007.

CONFALONIERI, U. E. C., MARINHO, D. P., RODRIGUEZ, R. E. Public Health vulnerability to climate change in Brazil. Climate Research, v. 40, p. 175-86, 2009.

CURRIE, J. Child health in Developed Countries. Handbook of Health Economics. Cap. 19, V. 1, parte B, p. 893-1910, 2000.

Data-SUS. Banco de dados do Sistema Único de Saúde. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=01>

DANKS, D.; WEBB, D.; ALLEN, S. Heat illness in infants and young children. British Medical Journal. 2:287-293, 1962.

DEB, P.; TRIVEDI, P. K. The Structure of Demand for Health Care: Latent Class versus Two-Part Models. Journal of Health Economics, n.21, p. 601-625, 2002.

DESCHÊNES, O.; GREENSTONE, M. Climate change, mortality, and adaptation: evidence from annual fluctuations in weather in the US. Cambridge: National Bureau of Economic Research, June 2007. (NBER Working Paper Series, n. 13.178). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w13178>>. Acesso em: jun. 2016.

DESCHENES, O.; GREENSTONE, M. Climate change, mortality, and adaptation: evidence from annual fluctuations in weather in the U.S. American Economic Journal of Applied Economics. n.3 v.4, p. 152-185, 2011.

DIAZ, J.; LINARES, C.; TOBIAS, A. A critical comment on heat wave response plans. European Journal of Public Health. N. 16, V.6, 2006.

FELD, L. G.; HYAMS, J. S. Fever in infants and children. Consenso Pediatria. N. 1, V. 7, p. 1-19, 2005.

FERRER, A. P. S. Estudo das causas de internação hospitalar das crianças de 0 a 9 anos de idade no município de São Paulo. 2009. Dissertação (Mestrado em Pediatria) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.5.2009.tde-23022010-145034. Acesso em: 2016-09-17.

FIGUEIREDO, G. L. A.; MELLO, D. F. Atenção a saúde da criança no Brasil: aspectos da vulnerabilidade programática e dos direitos humanos. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, ed. 15, vol. 6, pg. 1171-1176, 2007.

FOUILLET, A. et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, n. 80, v. 1, pg. 16-24, 2006.

GOMES, B. S. de M.; BASTOS, S. Q. de A.; MORAIS, A. M. de P. Impacto do PSF na mortalidade infantil nos municípios brasileiros (1993/2012). In.: *Anais do 49º Encontro de Economia da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia*, Recife-PE, 2015.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. *The Journal of Political Economy* 80(2), 223-255, 2000.

GUEST, C. S.; et al. Climate and mortality in Australia: retrospective study, 1979-1990, and predicted impacts in five major cities in 2030. *Climate Research*, v. 13, p. 1-15, 1999.

HAN, P.; FOLTZ, J. The Impacts of Climate Shocks on Child Mortality in Mali. 2013 AAEA and CAES Joint Annual Meeting, Washington, DC, Agosto, 2013.

HAUSMAN, J. A.; HALL, B. A.; GRILICHES, Z. Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-RD relationship. *NBER Technical Working Papers*, n. 0017, 1984.

HUANG, W.; KOVATS, S. The impact of the 2003 heat wave on mortality in Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, n. 408, v. 11, p. 2418-2420, 2010.

HUTTER, H. P. et al. Heatwaves in Vienna: effects on mortality. *Wien Klin Wochenschr*, n. 119, v. 7, p. 223-227, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Acesso em: jun 2016. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Amostragem Domiciliar, PNAD, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 e 2014. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/popul_acaotrabalhoe-rendimento/pnad2014/microdados.shtm

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: mai. 2016

IPCC - International Panel on Climate Change, 2013. Climate Change 2013: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 104 p., 2013.

KALKSTEIN, L.; et al. The Philadelphia hot weather-health watch/warning system: development and application, summer 1995. Bulletin of the American Meteorological Society . N. 77, p. 1519–1528, 1996.

KYSELY, J.; KIM, J. Mortality during heat waves in South Korea, 1991 to 2005: How exceptional was the 1994 heat wave? Climate Research. N. 38, p. 105–116, 2009.

KOVATS, R. S. et al. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. Occupational Environmental Medicine, v. 61, n. 11, p. 893-898, 2004.

KNOWLTON, K. et al. The 2006 California heatwave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. Environ Health Perspect. V. 117, n. 1, p. 61–67, 2008.

KUNREUNTHNER, H.; PAULY, M. Rules rather than discretion: lessons from hurricane Katrina. Journal of Risky and Uncertainty, v. 33, ed. 1, p. 101-116, 2006.

LANDRIGAN, P.J.; SUK, W.A.; AMLER, R. W. Chemical wastes, children's health, and the Superfund Basic Research Program. Environmental Health Perspect. V. 107, n. 6, p. 423–427, 1999.

LEONARDI, G.S. Syndromic surveillance use to detect the early effects of heatwaves: an analysis of NHS Direct data in England. Soz Praventivmed - NCBI - National Institutes of Health. N. 51, V. 4, p. 194–201, 2006.

LUBER, G.; MCGEEHIN, M. Climate change and extreme heat events. American Journal of Preventive Medicine. N. 35, V. 5, p. 429–435, 2008.

MARANHÃO, D. G. Saúde e Bem-estar das crianças: uma meta para educadores infantis em parceria com familiares e profissionais de saúde. Acta Paulista de Enfermagem, N. 12, V. 2, p. 35-46, 1999.

MENDES, C. S. Mudanças Climáticas e seus impactos econômicos sobre a saúde humana: uma análise da leishmaniose e da dengue no Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, 2013.

MISSET, B. et al. Mortality of patients with heatstroke admitted to intensive care units during the 2003 heat wave in France: a national multiplecenter risk-factor study. *Critical Care Medicine*. N. 34, V. 4, p. 1087–1092, 2006.

METZGER K.B.; ITO, K.; MATTE, T.D. Summer heat and mortality in New York City: How hot is too hot? *Environmental Health Perspectives*. N. 118, V. 1, p. 80–86, 2009.

MS – Ministério da Saúde, Brasil. Manual de vigilância do óbito infantil e fetal e do Comitê de Prevenção do Óbito Infantil e Fetal. Brasília – DF, 2009. Acesso em: ago. 2016. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manualobitoinfantilfetal2ed.pdf>

MS – Ministério da Saúde, Brasil. Uma análise da situação de saúde e das doenças transmissíveis relacionadas à pobreza. Brasília – DF, 2014. Acesso em: ago. 2016. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/saudebrasil2013analisesituacaosaude.pdf>

NICHOLLS, N.; SKINNER, C. et al. A simple heat alert system for Melbourne, Australia. *International Journal Biometeorology*. N. 52, v. 5, p.375–384, 2008.

NITSCHKE, M. et al. Morbidity and mortality during heatwaves in metropolitan Adelaide. *Medical Journal of Australia*, n. 187, v. 11, p. 662-665, 2007.

NITSCHKE, M. et al. Impact of two recent extreme heat episodes on morbidity and mortality in Adelaide, South Australia: a case-series analysis. *Environmental Health*, n. 10, v. 42, 2011.

NOY, I. The macroeconomic consequences of disasters. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 88, ed. 2, p. 221-231, 2009.

OMS – Organização Mundial da Saúde. Global, regional, and national causes of child mortality in 2000-13, with projections to inform post-2015 priorities: an updated systematic analysis. 2015. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: <http://www.who.int/immunization/diseases/tetanus/Lancet-2013-Global-child-mortality.pdf>

OMS – Organização Mundial da Saúde. World Health Statistics, 2014. Acesso em jun. 2016. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/>

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). Brasil e OPAS/OMS juntos para a saúde global. 2014. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: <http://sinus.org.br/2014wpcontent/uploads/2013/11/OMS-Guia-Online.pdf>

PASCAL, M. et al. France's heat health watch warning system. *International Journal of Biometeorology*. N. 50, V. 3, p. 144–153, 2006.

PEREDA, Paula Carvalho. Long-and short-run climate impacts on Brazil: theory and evidence for agriculture and health. 2012. Tese (Doutorado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Acesso em: jun/2016.

PEREDA, P. C.; ALVES, D. C. O.; RANGEL, M. A. Elementos Climáticos e Incidência de Dengue: Teoria e Evidência para Municípios Brasileiros. Não publicado, 2013.

RASELLA, D. Impacto do Programa Bolsa Família e seu efeito conjunto com a estratégia saúde da família sobre a mortalidade no Brasil. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia, 2013.

RAV-ACHA, M. et al. Unique persistent neurological sequelae of heat stroke. *Military Medicine*. N. 172, V. 6, p. 603–606, 2007.

ROONEY, C. et al. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *Journal Epidemiology Community Health*, v. 53, n. 8, p. 482–486, 1998.

ROSENTHAL, J. et al. Links between the built environment, climate and population health: Interdisciplinary environmental change research in New York City. *Annals Academy of Medicine Singapore*. N. 36, p. 834–846, 2007.

SEMENZA, J.C.; RUBIN, C.H. et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *The New England Journal of Medicine*. N. 335, v.2, p. 84–90, 1996.

SILVA, A. A. M.; GOMES, U. A.; TONIAL, S. R.; SILVA, R. A. Fatores de Risco para hospitalização de crianças de um a quatro anos em São Luís, Maranhão, Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, ed. 15, v. 4, p. 749-757, 1999.

SON, J. Y. et al. The impact of heat waves on mortality in seven major cities in Korea. *Environmental Health Perspectives*, v. 120, n.4, p.566–571, 2012.

SOUZA, E. C. Impactos das Mudanças Climáticas sobre o Bem-Estar relacionado à saúde no Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, pg. 49 a 86, v. 43, 2013.

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância. Situação Mundial da Infância 2016, oportunidades justas para cada criança. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: [http : //www.unicef.org/brazil/pt/SOWC2016ResumoExecutivo.pdf](http://www.unicef.org/brazil/pt/SOWC2016ResumoExecutivo.pdf)

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para a Infância. Situação Mundial da Infância 2008, oportunidades justas para cada criança. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: [http : //www.unicef.org/brazil/pt/SOWC2016ResumoExecutivo.pdf](http://www.unicef.org/brazil/pt/SOWC2016ResumoExecutivo.pdf)

URIBE, Paloma Vaissman. Utilização de Modelos de Contagem na Estimação da Demanda por Consultas Médicas. 2008. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 160p. São Paulo, Acesso em: jun. 2016.

WOOLDRIDGE, J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data. The MIT Press, 2002.

TURLEY, K. R.; WILMORE, J. J. Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *Journal Applied Physiology*, V. 83, N. 3, p. 948–957, 1997.

XU, Z. et al. The impact of heat waves on children's health: a systematic review. *International Journal Biometeorology*, v. 58, p. 239-247, 2014.

4.7 APÊNDICE J

Estatísticas Descritivas

Tabela J.1 – Número de internações hospitalares de crianças com idade entre 0 e 9 anos, durante os anos de 2008 a 2015 nas capitais estaduais brasileiras.

Capital Região	Taxa Internação	Taxas de Internação por idade			Taxas de Internação por Gênero		Taxas de Internação por cor/raça		
		menores 1 ano	1 a 4 anos	5 a 9 anos	Masculino	Feminino	Negros	Brancos	Índigenas
Região Norte	40.671	2.872	2.524	1.385	14.582	26.088	809	1.240	78
Porto Velho	28.401	2.657	1.834	1.206	11.760	16.641	164	557	42
Rio Branco	23.103	692	430	504	8.354	14.749	22	139	25
Manaus	102.819	6.842	7.209	3.735	35.130	67.689	4.436	2.036	56
Boa Vista	25.349	1.944	915	593	7.749	17.600	34	433	382
Belém	70.789	5.242	5.267	2.581	28.165	42.624	549	1.185	19
Macapá	20.714	1.340	1.208	563	5.812	14.902	317	2.984	17
Palmas	13.519	1.388	804	510	5.107	8.412	138	1.343	6
Região Nordeste	72.263	4.611	3.430	2.188	28.898	43.365	1.378	2.617	7
São Luís	54.488	2.833	1.979	1.437	21.364	33.124	420	1.153	2
Teresina	52.891	1.902	1.878	1.445	21.681	31.210	492	563	1
Fortaleza	144.069	10.444	7.504	5.268	58.966	85.103	887	5.453	14
Natal	36.514	2.001	1.814	1.111	14.634	21.880	283	1.862	1
João Pessoa	40.604	2.058	2.160	1.062	16.272	24.332	786	3.454	15
Recife	101.897	7.247	5.145	3.301	43.261	58.636	1.617	5.876	15
Maceió	49.775	3.174	2.298	1.181	18.298	31.477	302	1.181	4
Aracaju	23.472	2.164	1.224	694	8.430	15.042	42	886	-
Salvador	146.661	9.672	6.869	4.196	57.177	89.484	7.573	3.121	1
Região Sudeste	241.375	15.354	10.091	6.553	98.758	142.617	12.976	71.213	62
Belo Horizonte	134.396	7.519	4.682	2.944	57.500	76.896	6.108	21.300	16
Vitória	16.277	1.008	775	462	6.880	9.397	419	3.652	-
Rio de Janeiro	236.792	15.943	7.595	5.636	87.134	149.658	14.790	38.587	5
São Paulo	578.035	36.945	27.310	17.171	243.517	334.518	30.586	221.314	164
Região Sul	77.518	4.157	2.854	2.042	34.413	43.104	5.159	54.477	5
Curitiba	104.554	4.972	3.973	3.084	47.553	57.001	1.409	68.172	3
Florianópolis	22.795	1.035	663	693	9.791	13.004	1.479	19.332	7
Porto Alegre	105.204	6.465	3.927	2.348	45.896	59.308	12.588	75.926	6
Região Centro-oeste	76.390	4.860	3.243	2.242	31.172	45.218	608	8.986	21
Campo Grande	52.558	2.652	1.723	1.392	22.709	29.849	1.253	17.014	65
Cuiabá	32.515	1.633	1.307	943	13.384	19.131	465	1.463	8
Goiânia	84.748	3.973	3.426	2.263	37.910	46.838	539	16.361	2
Brasília	135.737	11.183	6.516	4.368	50.683	85.054	175	1.106	7

Fonte: Data-SUS, 2016. Confecção própria.

Nota: Os valores dispostos na tabela referem-se ao número bruto de internações hospitalares em crianças com idade entre 0 e 9 anos, em todas as capitais de estados brasileiros. Os valores apresentados por regiões, referem-se a soma de crianças internadas nas capitais estaduais daqueles regiões, excluindo aquelas crianças internadas em cidades do interior.

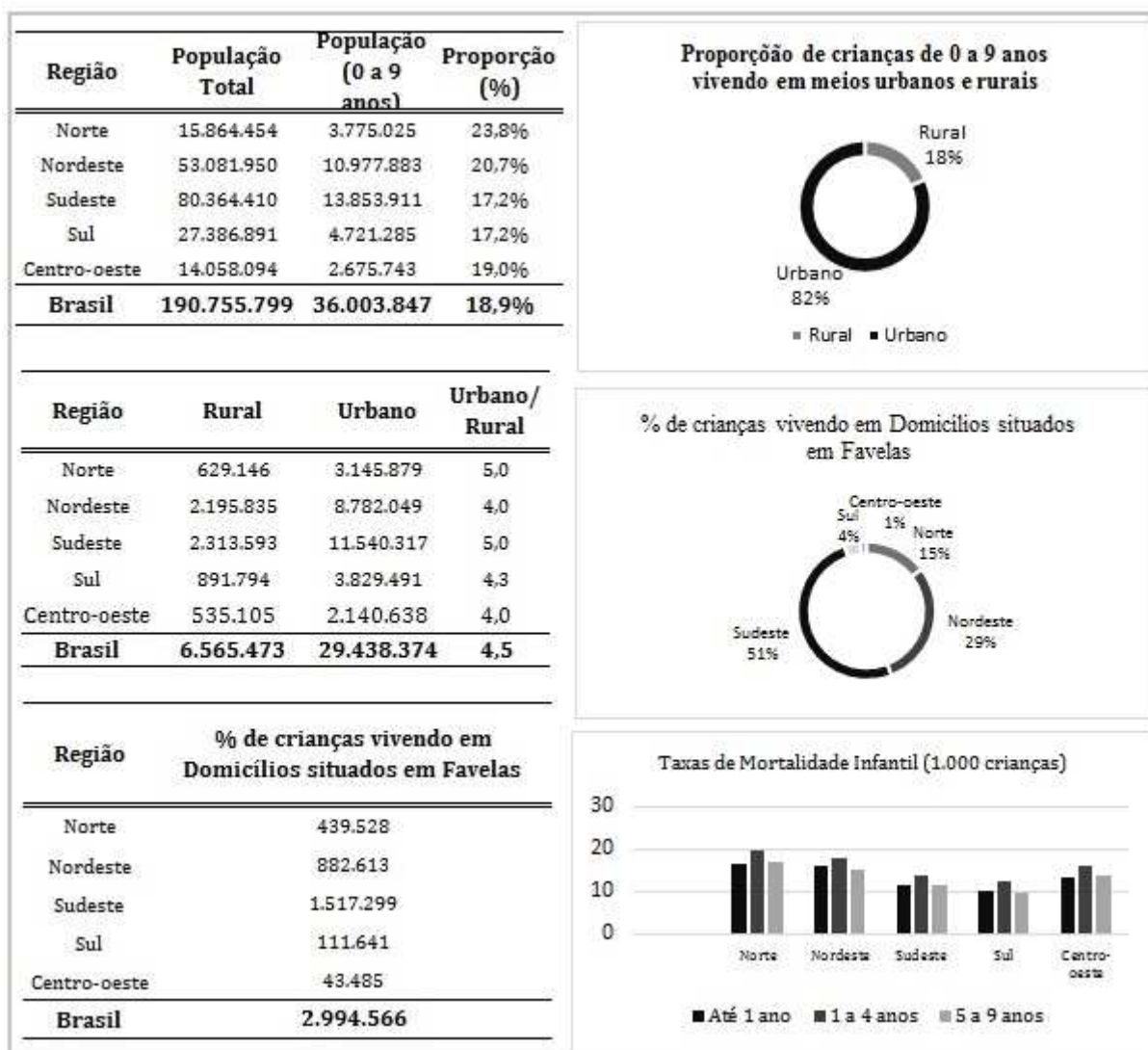
Tabela J.2 – Taxa de Mortalidade nas capitais estaduais, segundo idade, gênero e ração de crianças com idade entre 0 e 9 anos, em 2015.

Capital Região	Taxa Mortalidade	Taxas de Mortalidade por idade			Taxas de Mortalidade por Gênero		Taxas de Mortalidade por cor/raça		
		menores 1 ano	1 a 4 anos	5 a 9 anos	Masculino	Feminino	Negros	Branco	Índigenas
Região Norte	3,3	3,1	0,8	0,7	5,3	2,3	6,0	4,0	3,2
Porto Velho	3,2	3,5	0,3	0,4	4,5	2,3	6,1	7,4	2,4
Rio Branco	4,0	2,3	2,1	0,8	6,4	2,7	-	4,3	4,0
Manaus	3,1	2,6	0,6	0,6	5,1	2,1	4,8	3,8	1,8
Boa Vista	2,5	4,7	0,7	1,5	4,7	1,5	11,8	2,5	2,1
Belém	3,8	3,1	0,3	0,4	5,2	2,9	4,2	4,1	-
Macapá	3,2	3,3	0,8	0,7	6,4	2,0	5,7	2,1	5,9
Palmas	3,3	2,0	0,8	0,2	4,9	2,4	3,6	3,7	-
Região Nordeste	4,5	4,0	0,5	0,5	5,9	3,6	5,0	3,4	6,9
São Luís	4,5	6,0	0,8	0,8	6,0	3,6	6,0	1,8	-
Teresina	4,5	6,8	1,1	0,7	6,0	3,5	6,3	4,4	-
Fortaleza	4,0	2,3	0,5	0,4	5,1	3,2	2,4	2,6	7,1
Natal	4,2	4,5	0,4	0,7	5,2	3,5	4,6	2,6	-
João Pessoa	4,8	3,4	0,5	0,2	6,1	4,0	3,7	5,7	6,7
Recife	4,6	1,8	0,2	0,5	5,4	3,9	3,8	4,2	-
Maceió	5,1	4,0	0,4	0,3	7,0	4,1	8,0	5,2	-
Aracaju	4,3	4,3	0,7	0,4	6,5	3,0	4,8	0,9	-
Salvador	4,5	3,1	0,5	0,4	5,6	3,7	5,2	3,5	-
Região Sudeste	4,9	2,3	0,6	0,4	6,4	3,9	4,8	5,4	7,5
Belo Horizonte	4,0	2,1	0,6	0,4	5,0	3,2	3,8	4,0	12,5
Vitória	3,7	1,2	0,7	0,4	4,7	2,9	3,8	3,9	-
Rio de Janeiro	7,1	3,3	0,7	0,5	9,6	5,6	7,1	8,9	-
São Paulo	4,9	2,8	0,4	0,4	6,2	4,0	4,4	4,9	2,4
Região Sul	4,2	2,3	0,5	0,4	5,0	3,5	3,8	4,5	25,0
Curitiba	3,7	2,8	0,4	0,2	4,4	3,1	4,2	4,2	33,3
Florianópolis	4,3	2,3	0,6	0,6	5,4	3,5	2,9	4,6	-
Porto Alegre	4,5	1,8	0,4	0,4	5,3	4,0	4,2	4,8	16,7
Região Centro-oeste	4,0	3,5	0,7	0,3	5,4	3,1	4,0	4,0	10,5
Campo Grande	4,4	3,2	0,6	0,2	5,9	3,3	1,8	2,5	4,6
Cuiabá	4,8	5,0	0,9	0,3	6,6	3,5	4,3	5,3	12,5
Goiânia	3,5	4,1	0,5	0,3	4,2	2,9	3,0	3,5	-
Brasília	3,5	1,8	0,5	0,3	4,9	2,6	6,9	5,0	14,3

Fonte: Data-SUS, 2016. Confecção própria.

Nota: As taxas de mortalidade dispostas nesta tabela referem-se ao número de óbitos infantis por 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Os valores de cada região são equivalentes a média da taxa de mortalidade nas capitais estaduais, excluindo as taxas de mortalidade das cidades do interior de cada unidade da federação.

Tabela J.3 – Estatísticas demográficas de crianças entre 0 e 9 anos de idade, em 2010.



Fonte: Censo Demográfico, IBGE (2010). Confecção própria.

Nota: Os dados referentes a proporção de crianças vivendo em meios rurais e urbanos, bem como suas respectivas taxas de mortalidade, são todos dados censitários de 2010. Essas informações incluem todos os municípios das regiões brasileiras, tanto capitais estaduais como cidades do interior. Entretanto, os dados de crianças que residem em favelas são apenas para as capitais estaduais.

4.8 APÊNDICE K

Estatísticas Descritivas - Resultados

Tabela K.1.1 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Internações Hospitalares												
Doenças	Dengue			Desidratação			Coração			Desnutrição		
	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9
Faixa etária												
Capital												
Região Norte	6,7	13,3	28,5	10,4	10,8	10,8	9,3	4,9	4,4	7,3	6,2	1,8
Porto Velho	3,5	8,3	15,4	1,4	1,0	1,0	7,0	3,5	4,1	6,0	3,7	2,0
Rio Branco	3,6	4,9	13,0	7,4	3,5	3,5	4,3	2,8	3,0	4,4	3,6	1,0
Manaus	18,9	45,9	109,6	51,1	51,1	51,1	14,9	7,3	6,9	15,3	14,9	2,4
Boa Vista	14,5	20,7	38,3	1,4	2,0	2,0	6,8	3,4	2,1	6,4	5,9	2,8
Belém	2,8	4,1	10,3	8,3	12,7	12,7	19,8	11,0	7,9	10,4	10,4	2,3
Macapá	1,7	4,3	5,8	1,9	2,3	2,3	6,6	3,4	5,0	5,4	2,3	1,3
Palmas	2,0	4,8	7,0	1,5	2,8	2,8	6,0	2,9	2,0	3,4	3,0	1,0
Região Nordeste	12,1	29,5	57,9	12,3	12,0	12,0	21,8	12,8	8,8	11,7	10,5	3,5
São Luis	14,8	25,0	51,0	5,1	2,9	2,9	17,8	4,6	3,4	29,6	25,8	4,1
Teresina	4,5	14,8	28,0	12,0	22,3	22,3	8,0	4,4	3,2	5,6	2,3	2,0
Fortaleza	44,5	137,1	247,3	9,8	11,1	11,1	26,8	11,8	10,4	6,1	4,6	2,7
Natal	6,8	13,8	27,9	9,3	4,9	4,9	10,5	5,4	2,5	4,5	5,8	1,9
João Pessoa	7,0	14,2	27,4	10,4	7,9	7,9	14,9	3,8	3,5	5,8	6,4	3,3
Recife	15,8	24,2	62,3	18,3	38,9	38,9	20,5	10,6	10,9	5,3	3,4	2,6
Maceió	2,0	2,5	3,1	10,3	1,8	1,8	10,1	4,9	3,1	19,1	22,7	6,9
Aracaju	6,5	19,6	37,4	7,9	9,1	9,1	4,0	1,6	2,3	4,3	2,0	1,3
Salvador	7,4	14,0	36,8	27,4	9,5	9,5	83,4	67,9	39,8	24,8	21,8	7,1
Região Sudeste	14,7	23,4	71,6	26,9	21,2	21,2	50,1	30,8	22,1	23,4	11,4	5,2
Belo Horizonte	6,0	21,9	54,9	12,0	8,5	8,5	27,0	14,4	10,4	11,0	3,9	2,3
Vitória	4,7	3,0	13,0	1,8	2,3	2,3	4,3	3,3	3,0	3,1	2,6	1,2
Rio de Janeiro	42,1	53,4	182,4	22,4	25,4	25,4	41,1	18,6	13,9	35,1	16,8	8,8
São Paulo	5,9	15,1	36,1	71,4	48,6	48,6	127,9	87,0	61,3	44,5	22,4	8,8
Região Sul	0,3	0,8	0,8	13,5	21,0	23,2	21,8	12,1	11,6	11,3	4,1	1,9
Curitiba	1,0	1,0	1,0	17,4	47,4	50,1	39,8	19,8	19,4	13,3	3,7	1,4
Florianópolis	0,0	0,0	0,0	3,4	8,3	9,4	4,9	3,5	2,7	7,4	2,9	1,4
Porto Alegre	0,0	1,3	1,5	19,6	7,4	10,2	20,8	13,0	12,8	13,4	5,8	3,0
Região Centro-Oeste	11,9	19,5	33,5	37,1	38,9	39,9	33,1	13,3	13,0	14,7	8,6	2,8
Campo Grande	5,3	6,7	15,2	6,9	4,3	4,8	24,4	20,4	6,3	8,1	3,1	1,5
Cuiabá	9,8	10,0	26,2	9,0	11,0	12,2	13,4	3,7	6,6	8,6	8,4	2,8
Goiânia	26,4	44,2	61,1	85,4	71,8	81,0	26,9	14,1	8,1	11,3	10,6	2,7
Brasília	6,0	17,1	31,3	47,0	68,4	61,5	67,6	15,0	30,9	30,8	12,4	4,4

Fonte: Data-SUS, 2016. Confecção própria.

Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.

Tabela K.1.2 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Internações Hospitalares												
Doenças	Diarreicas			Influenza			Leishmaniose			Cólera		
Faixa etária	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9
Capital												
Região Norte	256,0	620,1	1.603,4	7,6	5,6	3,0	3,7	2,7	1,9	8,4	24,6	26,8
Porto Velho	86,1	174,1	891,8	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	0,1	1,0	1,1
Rio Branco	40,3	58,8	537,3	1,3	8,4	2,4	2,0	1,0	1,7	0,4	125,8	137,5
Manaus	422,9	849,0	4.251,0	17,0	14,0	6,3	1,0	1,3	1,0	51,6	1,0	1,1
Boa Vista	92,4	181,9	740,3	1,0	3,3	1,8	2,0	1,7	1,6	6,0	37,0	40,4
Belém	1.011,8	####	3.624,0	31,3	1,0	1,0	3,9	4,4	1,0	0,1	1,5	1,6
Macapá	81,6	173,6	593,9	1,0	1,5	1,0	4,2	1,0	2,5	0,4	1,3	1,5
Palmas	56,8	102,4	585,6	1,0	10,3	7,7	11,1	7,6	4,9	0,1	4,3	4,7
Região Nordeste	194,5	525,5	2.675,8	6,6	11,9	4,8	3,6	8,2	3,5	4,5	6,7	7,4
São Luis	189,8	399,6	1.889,8	2,8	1,0	1,0	9,6	13,0	2,8	1,0	1,0	1,1
Teresina	158,0	506,9	1.688,6	20,9	37,8	10,2	1,0	15,5	8,5	0,4	1,4	1,5
Fortaleza	557,4	####	5.620,6	11,0	7,4	3,4	2,8	26,8	2,4	0,1	1,5	1,6
Natal	45,0	106,6	1.422,8	12,9	3,0	11,1	3,3	2,8	1,0	33,6	1,0	1,1
João Pessoa	204,5	712,9	1.591,8	2,0	33,8	1,7	1,5	1,8	1,0	0,4	35,3	38,6
Recife	133,3	251,1	3.635,9	5,0	1,0	2,6	3,4	3,1	1,5	0,9	1,0	1,1
Maceió	311,0	807,6	2.243,6	2,8	1,5	4,1	1,0	1,5	3,1	2,7	7,3	8,0
Aracaju	43,9	115,5	760,3	1,0	12,6	3,0	1,0	6,8	2,4	1,1	10,0	10,9
Salvador	107,8	236,5	5.228,9	1,4	8,9	5,6	8,8	3,0	8,6	0,1	2,2	2,4
Região Sudeste	274,9	475,5	7.168,1	6,6	30,4	9,5	1,1	5,0	3,3	1,0	2,3	2,5
Belo Horizonte	164,5	319,5	3.560,4	1,3	3,4	29,3	1,3	14,4	8,6	0,9	2,0	2,2
Vitória	37,3	72,8	536,8	4,3	16,9	3,0	1,4	1,0	1,0	0,7	1,8	1,9
Rio de Janeiro	153,4	302,1	5.871,5	6,3	98,0	1,5	1,5	2,0	2,5	1,4	1,8	2,0
São Paulo	744,6	####	18.703,6	14,5	3,5	4,0	0,0	2,4	1,0	0,9	3,5	3,8
Região Sul	68,3	116,3	2.092,3	33,9	6,1	10,7	0,0	0,9	3,6	0,3	0,7	0,7
Curitiba	68,5	160,1	3.351,3	1,0	2,0	3,2	0,0	1,0	8,3	0,1	1,2	1,3
Florianópolis	10,8	16,1	586,3	96,9	8,9	3,4	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0
Porto Alegre	125,5	172,8	2.339,3	3,8	7,3	25,7	0,0	1,8	1,0	0,9	0,8	0,9
Região Centro-Oeste	159,2	390,8	2.560,8	7,2	43,2	12,1	3,2	8,6	3,8	5,9	17,4	19,1
Campo Grande	41,3	85,3	1.354,9	12,9	14,1	7,0	8,8	0,0	8,3	5,1	15,3	16,7
Cuiabá	39,3	75,1	875,0	5,4	14,1	3,8	1,3	26,0	1,4	0,9	6,0	6,6
Goiânia	311,4	765,3	2.821,8	8,2	112,6	30,6	1,4	2,7	1,0	14,0	36,5	39,9
Brasília	244,8	637,6	5.191,8	2,3	32,1	7,0	1,5	5,9	4,5	3,6	12,0	13,1

Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.

Tabela K.1.3 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Internações Hospitalares												
Doenças	Leptospirose			Malária			Respiratórias			Tuberculose		
Faixa etária	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9	<1	1-4	5-9
Capital												
Região Norte	0,1	1,8	1,8	5,1	12,9	11,2	87,2	339,5	116,0	3,4	3,3	1,7
Porto Velho	0,1	1,0	1,0	11,0	31,5	24,1	35,6	73,6	25,9	1,5	1,8	1,0
Rio Branco	0,1	2,9	2,9	1,4	2,4	2,2	7,6	13,4	6,6	1,5	11,3	1,0
Manaus	0,1	1,7	1,7	13,8	31,4	30,8	176,9	560,0	280,0	14,5	1,0	4,3
Boa Vista	0,1	0,3	0,3	4,3	13,9	8,5	26,3	61,0	33,3	1,0	2,7	1,0
Belém	0,1	4,4	4,4	1,0	3,8	3,7	319,0	1585,8	423,8	2,8	1,0	1,6
Macapá	0,1	0,6	0,6	3,1	6,5	6,0	21,8	46,4	25,5	1,0	2,1	1,0
Palmas	0,1	1,7	1,7	1,0	1,0	3,0	23,4	36,6	17,0	1,3	3,5	2,0
Região Nordeste	0,1	1,4	1,4	0,9	2,3	0,7	168,6	448,9	215,1	2,1	2,5	2,0
São Luís	0,1	0,4	0,4	1,0	2,5	1,0	57,0	96,5	29,8	2,2	1,0	1,0
Teresina	0,1	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	81,4	213,3	102,9	1,0	2,6	3,1
Fortaleza	0,1	0,4	0,4	1,0	1,0	1,3	336,0	1.612,6	985,9	1,4	1,0	1,0
Natal	0,1	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	84,5	204,6	109,1	1,0	1,0	1,0
João Pessoa	0,1	1,6	1,6	2,0	1,3	1,0	114,8	137,5	54,0	2,0	7,4	4,8
Racife	0,1	1,4	1,4	1,0	1,7	1,0	404,9	962,9	329,0	4,2	2,0	1,6
Maceió	0,1	0,3	0,3	1,5	1,7	0,0	50,5	141,3	69,9	2,8	2,0	1,0
Aracaju	0,1	1,3	1,3	0,0	1,0	0,0	99,6	217,1	81,4	2,0	2,4	1,8
Salvador	0,1	5,0	5,0	0,0	9,6	0,0	289,1	454,6	174,4	2,3	2,7	2,4
Região Sudeste	0,1	0,9	0,9	0,0	0,0	0,0	592,2	916,7	475,0	4,8	5,5	4,3
Belo Horizonte	0,1	2,3	2,3	0,0	0,0	0,0	683,6	1.098,3	477,9	2,8	1,3	9,5
Vitória	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	41,6	76,0	31,6	1,3	14,9	4,0
Rio de Janeiro	0,1	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	153,3	273,4	130,6	11,4	3,1	1,8
São Paulo	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	####	2.219,1	1.259,8	3,9	2,8	2,0
Região Sul	0,1	0,3	9,8	0,0	0,0	0,0	200,3	371,7	166,2	1,8	2,3	2,6
Curitiba	0,1	0,0	29,3	0,0	0,0	0,0	162,6	191,6	123,8	2,2	1,0	1,0
Florianópolis	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	47,9	33,6	1,0	2,9	1,5
Porto Alegre	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	421,3	875,5	341,3	2,3	3,0	5,2
Região Centro-Oeste	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	208,9	274,8	162,9	2,1	2,9	10,2
Campo Grande	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,6	43,6	19,3	1,0	1,7	1,3
Cuiabá	0,1	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	114,4	40,6	17,5	4,5	7,0	39,6
Goiânia	0,1	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	297,6	373,8	179,0	2,0	1,5	0,0
Brasília	0,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	386,0	641,3	435,9	1,0	1,6	0,0

Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.

Tabela K.2.1 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Proporção de Internações Hospitalares por cor/raça e gênero								
Doenças	Dengue		Desidratação		Coração		Desnutrição	
Faixa etária	 Negro	 Masc	 Negro	 Mas	 Negro	 Mas	 Negro	 Mas
Capital								
Região Norte	0,33	0,58	0,29	0,58	0,31	0,58	0,29	0,56
Porto Velho	0,33	0,56	0,21	0,53	0,36	0,59	0,32	0,55
Rio Branco	0,20	0,62	0,22	0,59	0,33	0,53	0,29	0,52
Manaus	0,28	0,58	0,35	0,61	0,22	0,55	0,22	0,61
Boa Vista	0,40	0,54	0,34	0,60	0,31	0,56	0,33	0,54
Belém	0,36	0,58	0,30	0,54	0,28	0,61	0,26	0,58
Macapá	0,31	0,55	0,36	0,64	0,25	0,63	0,27	0,51
Palmas	0,39	0,61	0,24	0,55	0,38	0,55	0,29	0,58
Região Nordeste	0,33	0,56	0,32	0,57	0,33	0,58	0,28	0,56
São Luis	0,30	0,54	0,23	0,51	0,35	0,61	0,20	0,59
Teresina	0,30	0,64	0,34	0,55	0,33	0,54	0,27	0,52
Fortaleza	0,36	0,51	0,32	0,59	0,38	0,59	0,21	0,53
Natal	0,36	0,61	0,34	0,54	0,22	0,51	0,33	0,56
João Pessoa	0,37	0,52	0,24	0,55	0,38	0,58	0,34	0,54
Recife	0,28	0,52	0,40	0,54	0,25	0,63	0,31	0,54
Maceió	0,27	0,64	0,40	0,62	0,28	0,62	0,20	0,57
Aracaju	0,30	0,54	0,30	0,60	0,38	0,53	0,24	0,64
Salvador	0,38	0,51	0,28	0,61	0,35	0,56	0,38	0,55
Região Sudeste	0,28	0,59	0,27	0,57	0,30	0,57	0,32	0,56
Belo Horizonte	0,27	0,61	0,29	0,60	0,37	0,52	0,30	0,53
Vitória	0,20	0,59	0,25	0,54	0,30	0,62	0,40	0,54
Rio de Janeiro	0,33	0,64	0,32	0,51	0,29	0,51	0,25	0,61
São Paulo	0,30	0,51	0,22	0,63	0,22	0,62	0,32	0,56
Região Sul	0,32	0,61	0,39	0,62	0,27	0,58	0,30	0,60
Curitiba	0,21	0,64	0,39	0,63	0,23	0,54	0,26	0,63
Florianópolis	0,37	0,61	0,39	0,58	0,20	0,59	0,28	0,59
Porto Alegre	0,36	0,57	0,39	0,64	0,37	0,60	0,34	0,57
Região Centro-Oeste	0,30	0,56	0,30	0,56	0,30	0,59	0,29	0,55
Campo Grande	0,34	0,55	0,28	0,51	0,38	0,64	0,32	0,54
Cuiabá	0,23	0,61	0,40	0,60	0,29	0,54	0,27	0,54
Goiânia	0,39	0,51	0,24	0,55	0,20	0,62	0,24	0,60
Brasília	0,23	0,55	0,27	0,56	0,32	0,55	0,33	0,51

Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.

Tabela K.2.2 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Proporção de Internações Hospitalares por cor/raça e gênero								
Doenças	Diarreicas		Influenza		Leishmaniose		Cólera	
Faixa etária	Negro	Mas	Negro	Mas	Negro	Mas	Negro	Mas
Capital								
Região Norte	0,29	0,57	0,27	0,56	0,30	0,60	0,30	0,58
Porto Velho	0,29	0,56	0,24	0,63	0,28	0,57	0,32	0,58
Rio Branco	0,30	0,54	0,22	0,56	0,29	0,63	0,34	0,64
Manaus	0,33	0,62	0,30	0,59	0,21	0,64	0,22	0,52
Boa Vista	0,25	0,58	0,28	0,52	0,32	0,63	0,38	0,58
Belém	0,21	0,54	0,36	0,55	0,27	0,55	0,33	0,52
Macapá	0,28	0,54	0,22	0,55	0,35	0,59	0,27	0,56
Palmas	0,34	0,58	0,28	0,52	0,36	0,57	0,22	0,62
Região Nordeste	0,31	0,56	0,28	0,60	0,31	0,58	0,34	0,58
São Luis	0,33	0,54	0,24	0,63	0,38	0,60	0,33	0,60
Teresina	0,35	0,53	0,33	0,57	0,24	0,55	0,27	0,54
Fortaleza	0,39	0,60	0,20	0,57	0,35	0,57	0,37	0,60
Natal	0,37	0,57	0,30	0,60	0,20	0,60	0,22	0,62
João Pessoa	0,24	0,56	0,29	0,61	0,32	0,56	0,29	0,63
Recife	0,23	0,55	0,27	0,53	0,27	0,58	0,39	0,54
Maceió	0,22	0,59	0,35	0,62	0,24	0,62	0,36	0,58
Aracaju	0,37	0,56	0,30	0,60	0,35	0,58	0,40	0,51
Salvador	0,23	0,56	0,23	0,63	0,38	0,58	0,39	0,56
Região Sudeste	0,30	0,57	0,29	0,58	0,30	0,58	0,30	0,54
Belo Horizonte	0,21	0,54	0,23	0,51	0,28	0,57	0,33	0,53
Vitória	0,33	0,52	0,22	0,57	0,32	0,57	0,27	0,53
Rio de Janeiro	0,29	0,58	0,28	0,64	0,35	0,63	0,31	0,59
São Paulo	0,35	0,64	0,40	0,58	0,22	0,53	0,28	0,52
Região Sul	0,29	0,58	0,38	0,55	0,25	0,62	0,26	0,53
Curitiba	0,29	0,57	0,36	0,56	0,20	0,60	0,22	0,55
Florianópolis	0,33	0,63	0,36	0,55	0,30	0,61	0,34	0,53
Porto Alegre	0,25	0,53	0,40	0,55	0,25	0,64	0,21	0,51
Região Centro-Oeste	0,28	0,60	0,31	0,56	0,30	0,56	0,28	0,60
Campo Grande	0,33	0,60	0,29	0,52	0,28	0,55	0,34	0,63
Cuiabá	0,26	0,56	0,26	0,57	0,38	0,63	0,26	0,55
Goiânia	0,22	0,62	0,33	0,64	0,22	0,53	0,31	0,63
Brasília	0,30	0,61	0,36	0,52	0,30	0,51	0,21	0,59

Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

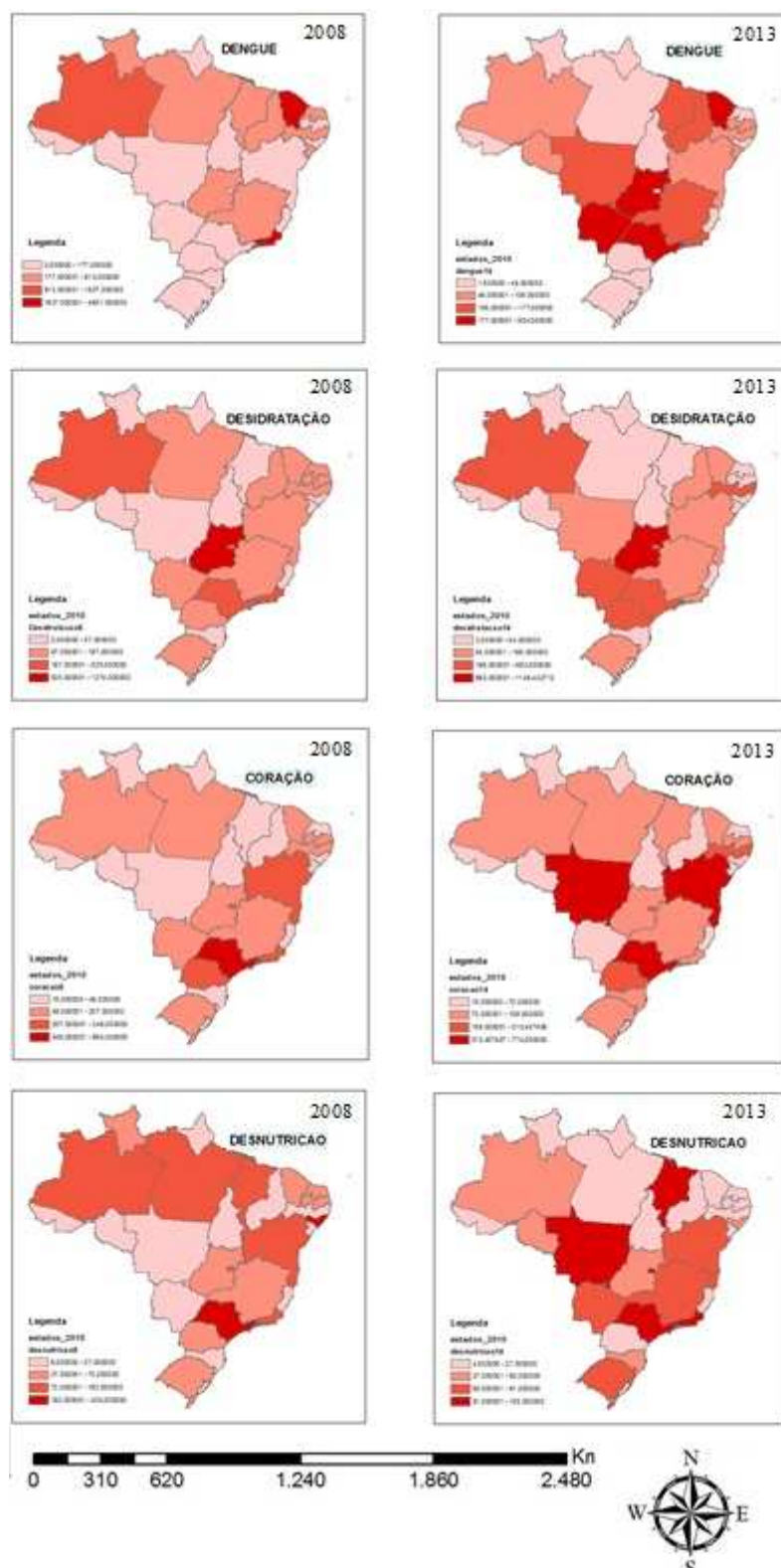
Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.

Tabela K.2.3 - Estatísticas descritivas das internações hospitalares infantis, nas capitais brasileiras, 2008-2013.

Proporção de Internações Hospitalares por cor/raça e gênero								
Doenças	Leptospirose		Malária		Respiratórias		Tuberculose	
Faixa etária	Negro	Mas	Negro	Mas	Negro	Mas	Negro	Mas
Capital								
Região Norte	0,34	0,59	0,32	0,54	0,33	0,57	0,27	0,59
Porto Velho	0,33	0,52	0,29	0,51	0,37	0,55	0,27	0,58
Rio Branco	0,38	0,59	0,28	0,61	0,31	0,56	0,33	0,61
Manaus	0,36	0,57	0,27	0,54	0,23	0,51	0,26	0,63
Boa Vista	0,38	0,57	0,34	0,55	0,38	0,61	0,22	0,59
Belém	0,32	0,60	0,33	0,51	0,31	0,55	0,30	0,64
Macapá	0,33	0,63	0,39	0,52	0,40	0,62	0,28	0,51
Palmas	0,23	0,64	0,35	0,51	0,28	0,57	0,22	0,56
Região Nordeste	0,29	0,57	0,29	0,58	0,29	0,58	0,34	0,60
São Luis	0,24	0,53	0,29	0,57	0,26	0,57	0,37	0,64
Teresina	0,33	0,62	0,26	0,62	0,26	0,63	0,30	0,64
Fortaleza	0,25	0,59	0,30	0,59	0,30	0,57	0,24	0,54
Natal	0,34	0,58	0,39	0,54	0,24	0,60	0,36	0,62
João Pessoa	0,39	0,51	0,30	0,52	0,29	0,55	0,32	0,59
Recife	0,20	0,62	0,25	0,63	0,29	0,62	0,40	0,51
Maceió	0,27	0,54	0,27	0,64	0,22	0,52	0,27	0,59
Aracaju	0,26	0,52	0,20	0,55	0,37	0,55	0,40	0,60
Salvador	0,29	0,59	0,32	0,56	0,39	0,61	0,40	0,63
Região Sudeste	0,34	0,58	0,30	0,56	0,33	0,56	0,27	0,58
Belo Horizonte	0,36	0,56	0,27	0,56	0,25	0,60	0,20	0,61
Vitória	0,39	0,55	0,38	0,59	0,32	0,51	0,28	0,57
Rio de Janeiro	0,35	0,61	0,31	0,57	0,39	0,62	0,32	0,62
São Paulo	0,23	0,59	0,22	0,51	0,35	0,51	0,26	0,51
Região Sul	0,30	0,53	0,33	0,54	0,28	0,53	0,30	0,61
Curitiba	0,35	0,54	0,25	0,59	0,28	0,51	0,34	0,61
Florianópolis	0,33	0,53	0,35	0,51	0,29	0,55	0,24	0,61
Porto Alegre	0,21	0,52	0,39	0,52	0,26	0,53	0,32	0,58
Região Centro-Oeste	0,28	0,59	0,30	0,57	0,33	0,57	0,31	0,55
Campo Grande	0,30	0,58	0,29	0,59	0,36	0,52	0,35	0,51
Cuiabá	0,28	0,57	0,25	0,57	0,29	0,58	0,25	0,56
Goiânia	0,20	0,56	0,29	0,54	0,40	0,61	0,25	0,60
Brasília	0,31	0,63	0,34	0,58	0,27	0,55	0,38	0,51

Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

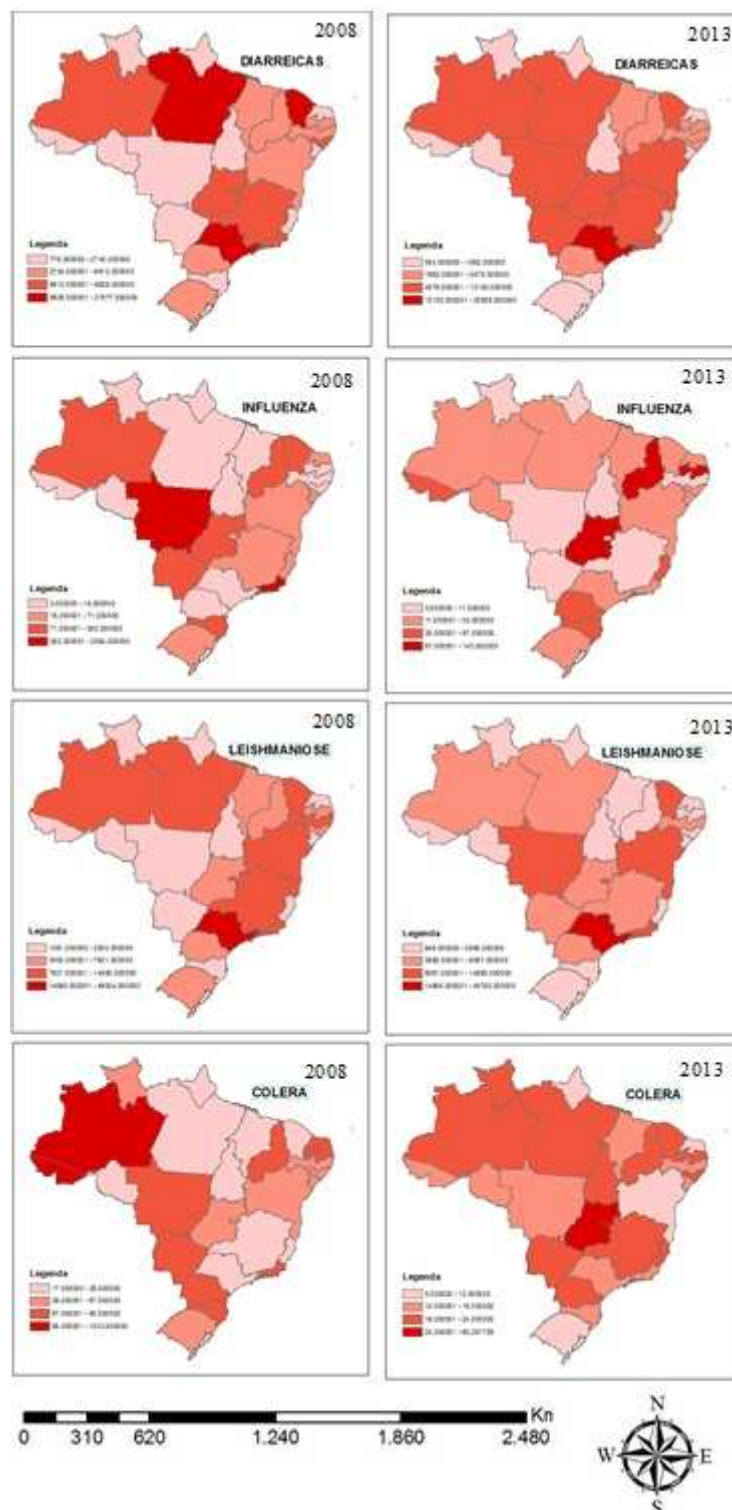
Nota: O número de crianças internadas foi dimensionada para cada 1.000 crianças presentes na população de cada capital estadual. Esses valores foram expressos em média para o período de 2008 a 2013.



Fonte: Data-SUS, 2016. Confecção própria.

Nota: o número bruto de internações hospitalares foi mapeado para cada capital de cada estado brasileiro, no ano de 2008 e no ano 2013. A representação dos mapas são estaduais, mas os valores neles expressos excluem cidades do interior.

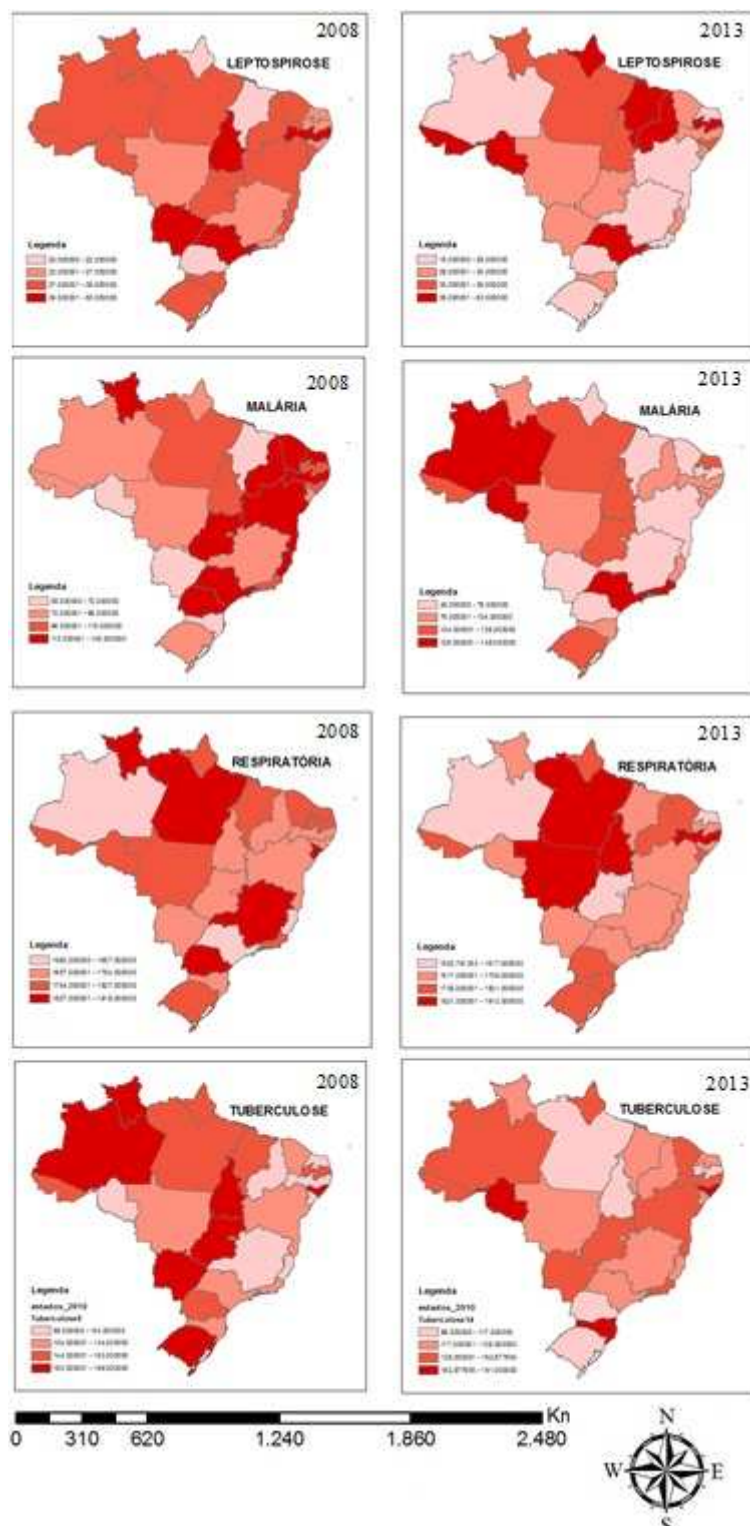
Figura K.1 - Internações hospitalares infantis, no Brasil, em 2008-2013.



Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

Nota: o número bruto de internações hospitalares foi mapeado para cada capital de cada estado brasileiro, no ano de 2008 e no ano 2013. A representação dos mapas são estaduais, mas os valores neles expressos excluem cidades do interior.

Figura K.2 - Internações hospitalares infantis, no Brasil, em 2008-2013.



Fonte: Data-SUS, 2016. Confeção própria.

Nota: o número bruto de internações hospitalares foi mapeado para cada capital de cada estado brasileiro, no ano de 2008 e no ano 2013. A representação dos mapas são estaduais, mas os valores neles expressos excluem cidades do interior.

Figura K.3 - Internações hospitalares infantis, no Brasil, em 2008-2013.

4.9 APÊNDICE L

Resultados da Estimação

Tabela L.1.1 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por dengue.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Dengue				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	5,994*** (0,5053)	9,215*** (0,9696)	12,779*** (3,341)	2,276*** (0,3723)	8,3816*** (2,2995)
Temp_HWN	-1,0688*** (0,1809)	-1,1814*** (0,1760)	-1,030*** (0,1148)	-0,8929*** (0,1299)	-1,2015*** (0,1395)
Humid_HWN	1,5930*** (0,5009)	1,4588*** (0,4858)	1,4725*** (0,4934)	1,5836*** (0,5285)	1,5090*** (0,5082)
Temperatura	0,5745*** (0,1450)	0,3049*** (0,1528)	0,7072*** (0,2139)	0,5020*** (0,2203)	0,4915*** (0,2673)
Humidade	0,2942*** (0,1764)	0,8624*** (0,3347)	0,5817*** (0,1417)	0,1882*** (0,0198)	0,7484 (0,7892)
Insolação	-0,0349*** (0,0041)	-0,057*** (0,0075)	-0,1896*** (0,02618)	0,0005 (0,0026)	-0,1256*** (0,01809)
Precipitação	0,0209*** (0,0034)	0,0201*** (0,0062)	0,1116*** (0,0222)	0,0116*** (0,0023)	0,074*** (0,0154)
Coleta de Lixo	-0,0462*** (0,0427)	-0,4065*** (0,0820)	-0,7735*** (0,2824)	0,0103 (0,0318)	-0,6395*** (0,19945)
ln(Escolaridade Pais)	-3,8548*** (1,5158)	-7,859*** (2,4982)	-8,335*** (3,116)	-3,4051*** (1,1443)	-5,974*** (1,0771)
Rede Esgoto	-0,1023*** (0,0403)	-0,1757*** (0,0765)	-0,4650** (0,2593)	-0,0452* (0,0270)	-0,3545** (0,1796)
Mães Adolescentes	8,3013*** (3,6279)	8,8528*** (6,928)	9,4510* (4,5731)	7,1777 (2,457)	7,7805*** (1,6304)
Médicos	4,9017*** (2,231)	7,5374*** (2,2205)	8,5933*** (1,4638)	6,0683*** (1,4970)	8,4370*** (1,0024)
ln(Renda Domiciliar)	-2,7421*** (1,024)	-6,5535*** (2,2205)	-12,1216*** (2,3388)	-1,1320 (1,4665)	-2,9512*** (0,95124)
Trabalho Infantil	0,5691*** (0,09006)	0,5080*** (0,1726)	2,5010*** (0,5935)	0,2458*** (0,06561)	1,7108*** (0,40887)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	210,3	239,1	276,2	273,6	191,3
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-6735,4	-7843,24	-9944,31	-6205,4	-9309,7

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.2 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por desidratação.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Desidratação				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	3,8704*** (0,8809)	2,367*** (0,5854)	2,3671*** (0,5854)	0,1044** (0,0528)	2,9605*** (0,75923)
Temp_HWN	5,1370*** (1,0703)	4,5626*** (1,2483)	4,6202*** (1,2178)	3,1103*** (1,0317)	4,3026*** (1,300)
Humid_HWN	0,1107 (0,3701)	0,21448 (0,3617)	0,2533 (0,3906)	0,11210 (0,2562)	0,1703 (0,2002)
Temperatura	2,3184*** (0,64895)	2,4204*** (0,69420)	2,7490*** (0,6052)	2,6771*** (0,7110)	3,9902*** (0,6602)
Humidade	-0,2032* (0,11685)	-0,1288* (0,0920)	-0,1229 (0,20502)	-0,08417*** (0,1765)	-0,4461 (0,26797)
Insolação	0,1665*** (0,0031)	0,0008** (0,0044)	0,0081** (0,0047)	0,00168*** (0,0003)	0,0283*** (0,00608)
Precipitação	-0,09013*** (0,00276)	-0,0030 (0,00405)	-0,0032 (0,0045)	-0,0015*** (0,0036)	-0,0108** (0,00539)
Coleta de Lixo	0,004 (0,0328)	-0,0964* (0,0495)	-0,09648** (0,4959)	-0,0194*** (0,0043)	-0,0671*** (0,0063)
ln(Escolaridade Pais)	-8,9842*** (2,2701)	-6,7530*** (2,0872)	-6,7030*** (2,2872)	-4,8384*** (1,2083)	-8,10085*** (3,2851)
Rede Esgoto	-0,00073 (0,0312)	-0,1028** (0,04687)	-0,1019*** (0,0468)	-0,00011 (0,0039)	-0,0731*** (0,0062)
Mães Adolescentes	1,6507*** (0,2282)	3,5723*** (0,84219)	3,572*** (0,8230)	0,6641*** (0,0374)	6,8337*** (1,5340)
Médicos	7,5381*** (1,7903)	3,5786*** (0,85943)	3,650*** (0,8951)	3,40570*** (0,8253)	5,844*** (1,3469)
ln(Renda Domiciliar)	-2,7585** (1,5509)	-7,8002*** (2,3317)	-7,5701*** (2,1430)	-5,1101*** (0,2050)	-3,217*** (0,3039)
Trabalho Infantil	0,00812 (0,0691)	0,0455 (0,10448)	0,4537 (0,1044)	0,0374 (0,0092)	0,1423 (0,13607)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	178,1	152,7	169,3	130,17	143,5
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-6295,1	-6988,5	-6985,3	-2861,9	-7439,2

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.3 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças cardíacas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Coração				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	0,14326 (0,2943)	0,1742 (0,2816)	0,0706 (0,1619)	0,0549 (0,0624)	0,4596 (0,3581)
Temp_HWN	0,8411*** (0,2040)	0,8905*** (0,2220)	0,86144*** (0,2710)	0,8620*** (0,1865)	0,9147*** (0,3481)
Humid_HWN	0,00038 (0,3351)	0,00061 (0,1853)	0,00073 (0,1742)	0,00084 (0,2846)	0,00022 (0,0071)
Temperatura	0,1422*** (0,01703)	0,17220*** (0,01922)	0,0915*** (0,01004)	0,00002 (0,03495)	0,0539** (0,02652)
Humidade	0,1057 (0,2068)	0,1632 (0,10029)	0,3896 (0,5738)	0,0544 (0,2031)	0,4598 (0,5165)
Insolação	0,00861*** (0,0021)	0,00853*** (0,0023)	0,00386*** (0,00131)	0,00017 (0,0004)	0,00874*** (0,0024)
Precipitação	0,0044 (0,0701)	0,0052 (0,0203)	0,00054 (0,0016)	0,00012 (0,004)	0,0025 (0,0027)
Coleta de Lixo	0,0391 (0,0909)	0,0478 (0,0238)	0,0346 (0,0013)	0,00095 (0,0051)	0,164*** (0,0300)
ln(Escolaridade Pais)	-4,133*** (1,2803)	-5,4802*** (1,8236)	-2,3670*** (0,97424)	-0,4673** (0,21388)	-4,382*** (0,90052)
Rede Esgoto	-0,15077*** (0,0591)	-0,1178*** (0,0293)	-0,0268*** (0,01157)	-0,0096** (0,0466)	-0,037* (0,0247)
Mães Adolescentes	1,7038 (1,6191)	1,0264 (2,0643)	0,8182 (1,1859)	-0,2929 (0,4264)	2,0145 (2,408)
Médicos	10,502*** (1,5701)	12,548*** (1,3122)	4,0753*** (0,747)	0,0242 (0,24991)	13,122 (1,4920)
ln(Renda Domiciliar)	-3,814*** (1,0682)	-5,6051*** (1,1311)	-4,8230*** (0,6503)	-0,1806 (0,2444)	-5,467*** (1,4145)
Trabalho Infantil	0,00012 (0,04811)	0,0378 (0,00509)	0,0625** (0,02910)	0,03052*** (0,0117)	0,5636*** (0,0638)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	151,7	158,1	106,1	176,9	132,1
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-5238,6	-7010,1	-4817,6	-3171,82	-6185,7

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.4 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por desnutrição.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Desnutrição				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	1,1376*** (0,26241)	1,7973*** (0,3321)	2,2095*** (0,0928)	1,2008*** (0,3269)	1,4117*** (0,3051)
Temp_HWN	3,0796*** (1,0114)	3,891*** (1,1225)	3,0691*** (1,1620)	1,610*** (0,6045)	2,1008*** (0,7348)
Humid_HWN	1,037*** (0,3903)	1,9579*** (1,1741)	2,0051*** (0,771)	1,808*** (0,6002)	1,7039*** (0,7810)
Temperatura	2,3972*** (0,4201)	2,3903*** (1,0996)	2,5896*** (0,9570)	1,6592*** (0,6903)	1,7071*** (0,6279)
Humidade	-0,19114*** (0,09084)	-0,2349*** (0,1097)	-0,0089*** (0,0306)	-0,0324*** (0,1099)	-0,1869* (0,1044)
Insolação	0,006145 (0,002)	0,00559** (0,0022)	0,00390 (0,9003)	0,00009 (0,0023)	0,0061*** (0,0025)
Precipitação	-0,0089*** (0,00183)	-0,00558*** (0,00211)	-0,0013 (0,0058)	-0,00207*** (0,0023)	0,0002 (0,00205)
Coleta de Lixo	-0,0102*** (0,00223)	-0,0660*** (0,0272)	-0,0225*** (0,0078)	-0,00126 (0,00276)	-0,0241 (0,0258)
ln(Escolaridade Pais)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)	0,0000 (0,0000)
Rede Esgoto	-0,0158 (0,0203)	-0,06474*** (0,0245)	-0,0164*** (0,00687)	-0,00485** (0,0024)	-0,0287 (0,0232)
Mães Adolescentes	4,937*** (1,85297)	6,3271*** (2,2301)	-0,6475*** (0,6252)	1,0555*** (0,2230)	6,8111*** (2,1286)
Médicos	1,0920*** (0,5616)	1,9596*** (0,3522)	1,5878*** (0,3706)	0,2252 (0,13296)	2,1470*** (1,3037)
ln(Renda Domiciliar)	-4,8368 (1,04388)	-3,8801*** (0,2682)	-2,6896*** (0,3620)	-0,28291*** (0,01280)	-2,1072*** (0,2074)
Trabalho Infantil	0,0317 (0,0469)	0,2547*** (0,0578)	0,0918*** (0,0167)	0,0048 (0,0058)	0,2382 (0,0543)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	106,7	183,1	189,3	160,6	172,6
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-5623,5	-5967,3	-3848,9	-2073,2	-5847,86

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.5 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças diarreicas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Diarreicas				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	8,5551*** (3,270)	22,429*** (2,5351)	119,41*** (42,819)	30,6428*** (6,5320)	28,455*** (2,0133)
Temp_HWN	12,828*** (1,3490)	30,7714*** (3,4088)	45,1761*** (2,7602)	10,5574*** (2,0614)	4,0699*** (1,03116)
Humid_HWN	2,77503*** (0,82008)	6,1163*** (1,2306)	7,01679*** (1,2048)	2,1385*** (0,8872)	2,1597*** (0,8910)
Temperatura	10,2061*** (1,02559)	17,4398*** (1,6980)	18,404*** (2,0165)	8,1438*** (2,0298)	11,7085*** (2,6986)
Humidade	0,5881 (1,1505)	4,2001*** (8,3710)	2,5146*** (1,0735)	0,6645 (5,89551)	1,5247 (6,629)
Insolação	0,2412*** (0,0257)	0,3542*** (0,01775)	1,0764*** (0,4022)	0,05881 (0,1047)	0,185 (0,1390)
Precipitação	0,01556 (0,0235)	0,1418 (0,16967)	0,0191 (0,36753)	0,04877 (0,09826)	0,1158 (0,13377)
Coleta de Lixo	-1,4540*** (0,27754)	-5,8443*** (1,13926)	-16,522*** (4,46762)	-1,8725*** (0,1782)	-5,1092*** (1,6989)
ln(Escolaridade Pais)	0,0000 (0,0000)	0,0002 (0,0000)	0,0028*** (0,0006)	0,0068*** (0,00001)	0,0001*** (0,00001)
Rede Esgoto	-1,06735*** (0,26178)	-7,12514*** (1,8857)	-18,6033*** (4,1977)	-3,6119*** (1,3706)	-3,8924*** (1,01491)
Mães Adolescentes	7,6343*** (2,361)	23,4195*** (2,6835)	55,8593*** (13,7375)	10,411*** (1,728)	42,5871 (13,317)
Médicos	1,5227*** (0,1517)	16,80004*** (1,9844)	36,8678*** (8,3529)	12,0518*** (1,9735)	27,9008*** (6,8047)
ln(Renda Domiciliar)	-8,1516*** (12,15)	-9,3485*** (20,670)	-12,7829*** (2,1559)	-6,2781*** (1,07827)	-3,856*** (0,89845)
Trabalho Infantil	3,0241*** (0,5861)	3,3374*** (1,1816)	3,8707*** (0,9286)	3,542 (3,5616)	3,1274 (3,5579)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	118,2	193,0	198,4	168,6	192,7
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-9927,6	-1328,87	-1485,5	-1266,1	-1284,6

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.6 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil pelo vírus *Influenza*.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Influenza				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	0,12481 (0,3960)	0,686 (1,2775)	1,1135*** (0,032)	0,652*** (0,0612)	0,1694*** (0,0217)
Temp_HWN	0,4908 (0,5103)	0,7241 (0,81287)	0,00573 (0,9481)	0,08409 (0,6671)	0,1788 (0,3797)
Humid_HWN	0,3202 (0,4102)	0,13676 (0,23413)	0,0032 (0,14308)	0,0016 (0,0183)	0,04214 (0,27251)
Temperatura	1,2525*** (0,1257)	1,8517*** (0,2758)	1,1466*** (0,39058)	0,1759 (0,61447)	0,9291 (1,0245)
Humidade	-0,76465*** (0,1369)	-0,1107 (0,8147)	-0,0874 (0,16992)	0,00976 (0,01836)	-0,07189 (0,7784)
Insolação	0,02119*** (0,00316)	0,07665 (0,1893)	0,00019 (0,00303)	0,00002 (0,0035)	0,0730*** (0,01789)
Precipitação	0,00643** (0,00282)	0,01919 (0,1676)	-0,00873 (0,0284)	-0,000639 (0,033)	0,0110 (0,01587)
Coleta de Lixo	-0,0594* (0,03357)	-0,2997 (0,19253)	-0,05517 (0,0436)	-0,00971** (0,00513)	-0,1419 (0,1853)
ln(Escolaridade Pais)	-1,3994*** (0,2357)	-2,3356*** (1,04251)	-1,4696*** (0,32029)	-0,08291 (0,1294)	-1,5249 (1,305)
Rede Esgoto	-0,2420*** (0,03304)	-0,8030*** (0,19391)	-0,1174*** (0,0362)	-0,00550 (0,00415)	-0,7156*** (0,183)
Mães Adolescentes	5,9107*** (0,89316)	7,5661*** (1,6727)	1,89319 (3,2806)	0,7960*** (0,3678)	2,7156 (0,9271)
Médicos	8,376*** (1,8440)	5,9045*** (1,0152)	1,7885 (0,18447)	0,2994* (0,1494)	1,9221*** (0,5859)
ln(Renda Domiciliar)	-1,6067*** (0,5905)	-2,8785*** (0,9061)	-1,9401 (0,1990)	-1,0494*** (0,2328)	-1,9387 (2,6477)
Trabalho Infantil	0,21116 (0,7116)	1,1828*** (0,4072)	0,2182 (0,9143)	0,0638*** (0,01076)	0,7780 (0,8771)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	191,3	187,3	279,1	230,7	263
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-6333,4	-9297,4	-6775,8	-3138,24	-9215,5

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.7 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por Leishmaniose.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Leishmaniose				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	0,0212 (0,1186)	0,1395 (0,2869)	0,2044 (0,17808)	0,13958 (0,5270)	0,1106 (0,2640)
Temp_HWN	0,00162 (0,1758)	0,0096 (0,10771)	0,0473 (0,1340)	0,1481 (0,7861)	0,5275 (0,7725)
Humid_HWN	0,00439 (0,06872)	0,00581 (0,03142)	0,0096 (0,03633)	0,2266 (0,1859)	0,2341 (0,2175)
Temperatura	0,9291 (1,2918)	0,8042 (1,0604)	0,1423 (0,5314)	0,8347 (0,7772)	0,60879 (0,7368)
Humidade	0,1349 (0,2815)	0,1077 (0,0829)	0,0238 (0,03633)	0,1133 (0,1773)	0,0239 (0,08614)
Insolação	0,00051 (0,00074)	0,0059*** (0,00172)	0,00015 (0,00064)	0,0015 (0,00036)	0,0001 (0,00178)
Precipitação	0,00023 (0,0074)	-0,001426 (0,0016)	0,00041 (0,006)	-0,0002 (0,00032)	0,008398 (0,0191)
Coleta de Lixo	-0,0493 (0,1002)	-0,02731 (0,0244)	-0,01423 (0,01001)	-0,0298 (0,4470)	-0,01191 (0,0228)
ln(Escolaridade Pais)	-0,7088 (0,64909)	-0,7359 (0,69981)	-0,5564 (0,2557)	-0,2640 (0,0057)	-0,8428 (0,9464)
Rede Esgoto	-0,02538 (0,0090)	-0,0982*** (0,0204)	-0,0148* (0,0081)	-0,01843*** (0,0041)	-0,1108*** (0,0209)
Mães Adolescentes	0,2154 (0,24813)	1,36042*** (0,18516)	2,3984*** (0,71433)	0,9336*** (0,36988)	1,1850*** (0,1783)
Médicos	0,2029 (0,4377)	3,82002*** (1,0127)	0,1429 (0,3967)	0,99906*** (0,2066)	0,01609 (1,0145)
ln(Renda Domiciliar)	-1,1878*** (0,45853)	-1,2477*** (0,1094)	-0,8188*** (0,4611)	-0,6589*** (0,2057)	-1,0391*** (1,0465)
Trabalho Infantil	0,0481*** (0,02099)	0,0381 (0,05099)	0,02947 (0,2208)	0,0254 (0,0903)	0,2141 (0,4699)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	239,2	260,8	232,2	250,8	249,5
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-4262,6	-5787,4	-4263,4	-2884,6	-5625,3

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.8 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por Leishmaniose.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Cólera			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWN	0,2267 (0,9332)	0,9449 (1,5927)	0,0558 (0,4313)	0,3500 (29116)	0,9664 (1,25042)
Temp_HWN	0,05224 (0,2340)	0,0611 (0,0847)	0,05905 (0,4862)	0,08128 (0,3732)	0,13866 (0,3172)
Humid_HWN	0,1881 (0,8447)	0,0773 (0,1173)	0,01842 (0,02986)	0,0607 (0,13670)	0,0612 (0,1527)
Temperatura	0,6661 (0,4350)	0,2306 (0,7515)	0,2155 (0,2122)	0,6688 (0,8001)	0,7041 (0,86200)
Humidade	0,6430 (0,2914)	0,9127 (0,7218)	0,0877 (0,13331)	0,0078 (0,03786)	0,1130 (0,3868)
Insolação	0,0171 (0,0584)	0,004824 (0,01018)	0,0057** (0,00248)	-0,00054 (0,0059)	0,02665*** (0,00736)
Precipitação	0,00075 (0,0051)	-0,02410 (0,0906)	-0,0007 (0,0023)	-0,002070 (0,065)	0,00480 (0,00675)
Coleta de Lixo	-0,0359*** (0,0078)	-0,5123*** (0,13434)	-0,1437*** (0,0363)	-0,0151 (0,0101)	-0,2133** (0,1054)
ln(Escolaridade Pais)	-0,5080*** (0,0237)	-0,6926 (0,44238)	-1,249*** (0,1804)	-0,0509 (0,2145)	-0,4080 (0,3051)
Rede Esgoto	-1,7221*** (0,56110)	-1,9123*** (0,1159)	-0,0469 (0,0302)	-0,00482 (0,00767)	-0,18912** (0,08811)
Mães Adolescentes	-2,6311*** (0,5985)	0,50008*** (0,001128)	1,2694*** (0,2923)	0,0208 (0,6648)	1,4873** (0,7962)
Médicos	1,9082 (0,34731)	1,5982*** (0,5825)	3,0511** (1,4523)	1,2518*** (0,3688)	1,46080 (1,4545)
ln(Renda Domiciliar)	-1,4441 (0,3572)	-1,8065*** (0,26085)	-1,9125*** (0,16619)	-1,65241*** (0,4417)	-2,2257*** (0,47826)
Trabalho Infantil	0,2143 (0,1646)	0,5811 (0,38114)	0,3372 (0,7603)	0,0175 (0,2039)	0,01536 (0,22044)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	104,7	137,1	129,7	184,5	197,7
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-7775,4	-8683,0	-6464,2	-4259,3	-8274,4

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.9 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por leptospirose.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Leptospirose				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	-0,0628 (0,1219)	0,3934 (0,30106)	0,3989 (0,31106)	0,1280 (0,11742)	0,1270 (0,11827)
Temp_HWN	0,5863 (0,4220)	0,4385 (0,1758)	0,6886 (0,57351)	0,7066 (0,5073)	0,76077 (0,5182)
Humid_HWN	0,01974 (0,1861)	0,01496 (0,18516)	0,0126 (0,03495)	0,0207 (0,1855)	0,0402 (0,0407)
Temperatura	0,2575 (0,21508)	0,2459 (0,2344)	0,95170 (0,71518)	0,6134 (0,7220)	0,5447 (0,4481)
Humidade	0,03882 (0,037)	0,01403 (0,0363)	0,29898 (0,31065)	0,09130 (0,1338)	0,000392 (0,03559)
Insolação	0,00133** (0,0076)	0,00164 (0,0079)	0,00312 (0,0075)	0,00015 (0,0055)	0,0094 (0,00069)
Precipitação	0,00004 (0,0006)	0,0075 (0,0082)	0,000541 (0,00062)	0,00034 (0,00052)	0,00114* (0,0006)
Coleta de Lixo	-0,03249*** (0,01037)	0,020693*** (0,00809)	-0,2782*** (0,0062)	-0,0229*** (0,00992)	-0,02494*** (0,00951)
ln(Escolaridade Pais)	-0,55392*** (0,2259)	-0,07874*** (0,00176)	-0,4034 (0,2987)	-0,1121**** (0,02009)	0,05886*** (0,25799)
Rede Esgoto	-0,002019 (0,00849)	-0,0447*** (0,00853)	-0,00677 (0,0089)	-0,0336*** (0,00761)	-0,03971*** (0,00829)
Mães Adolescentes	1,6248*** (0,3834)	0,49379 (0,75514)	0,17611 (0,7173)	0,5350 (0,6930)	0,05961 (0,7099)
Médicos	0,23021 (0,3960)	0,85307 (0,15518)	0,2889*** (0,03971)	1,3886*** (0,3204)	0,6177 (0,377)
ln(Renda Domiciliar)	-0,3663*** (0,04634)	-0,3792*** (0,04227)	-0,3035*** (0,0493)	-0,7156*** (0,0441)	-0,8891** (0,4498)
Trabalho Infantil	0,0307 (0,0214)	0,0828 (0,1909)	0,0348 (0,195)	0,0211 (0,2073)	0,10240 (0,2090)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	<i>176,2</i>	<i>175,9</i>	<i>118,9</i>	<i>121,2</i>	<i>128,1</i>
Valor-P Test. Sobred.	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
log likelihood	-4317,5	-4086,3	-4144,64	-4271,8	-4265,9

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.10 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por malária.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Malária				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	011,28 (0,32014)	1,3604 (0,82192)	1,9351 (1,3471)	0,6582 (0,4394)	1,4572 (1,3515)
Temp_HWN	0,05304 (0,1107)	0,1755 (0,2063)	0,92301 (0,5617)	0,6071 (0,5327)	0,52817 (0,5418)
Humid_HWN	0,0619 (0,1660)	0,03508 (0,11771)	0,8073 (0,51130)	0,76255 (0,8358)	0,8099 (0,53004)
Temperatura	0,07052 (0,1509)	0,4265 (0,5181)	0,1244 (0,08316)	0,3394 (0,1907)	0,4003 (0,3391)
Humidade	0,7182 (0,54815)	0,25051* (0,0979)	0,40466 (0,31155)	0,12359 (0,1049)	0,01316 (0,11205)
Insolação	0,00163 (0,0266)	0,00362*** (0,0010)	0,0101*** (0,00234)	0,00074 (0,00194)	0,0037 (0,02201)
Precipitação	-0,00226 (0,00228)	-0,0073*** (0,00162)	-0,00664*** (0,00204)	-0,00108 (0,0018)	-0,002604 (0,00201)
Coleta de Lixo	-0,1093*** (0,0277)	-0,4045*** (0,0277)	-0,0414 (0,0293)	-0,1738 (0,02858)	-0,06104 (0,00201)
ln(Escolaridade Pais)	-0,4875* (0,300367)	-0,67011*** (0,06615)	-0,09283 (1,00117)	-0,8082 (0,8120)	-0,1911** (0,1011)
Rede Esgoto	-0,12109*** (0,0257)	-0,00725*** (0,02273)	-0,0183*** (0,00254)	-0,0107*** (0,002363)	-0,00322*** (0,00253)
Mães Adolescentes	0,3387*** (0,06091)	0,4378*** (1,9349)	0,8691*** (0,2381)	0,6425*** (0,1208)	0,5363*** (0,2310)
Médicos	1,3918*** (0,15576)	0,8621 (1,0152)	0,8745*** (0,13059)	0,11562 (0,1418)	0,5469*** (0,1571)
ln(Renda Domiciliar)	-0,3567*** (0,1256)	-0,38305*** (1,2367)	-0,51337*** (0,0135)	-0,3653*** (0,1304)	-0,5111*** (0,1352)
Trabalho Infantil	0,0851 (0,05756)	0,16789 (0,0479)	0,3097 (0,06144)	0,25168 (0,5950)	0,2566 (0,06237)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	195,2	199,1	146,7	182,7	120,2
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-5950,9	-6005,1	-6092,2	-6050,74	-6106,2

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.11 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças respiratórias.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Respiratórias				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	-2,1678*** (1,02882)	-3,26997*** (1,11307)	-4,9998*** (1,11758)	-2,3958*** (1,1414)	-4,3311*** (1,0629)
Temp_HWN	-0,6047*** (0,16004)	-0,83325*** (0,06186)	-1,3074*** (0,13370)	-0,7921*** (0,07280)	-1,492*** (0,2620)
Humid_HWN	-0,08823*** (0,00311)	-0,06201*** (0,00363)	-0,2422*** (0,0893)	-0,05539*** (0,0060)	-0,2544*** (0,0977)
Temperatura	-1,3942*** (0,1859)	-0,92519*** (0,09116)	-1,8127*** (0,3571)	-1,0375*** (0,09510)	-1,5170*** (0,1813)
Humidade	-0,21289*** (0,03987)	-0,27024*** (0,035152)	-0,99501*** (0,3369)	-0,7525** (0,3420)	-0,59047 (0,36503)
Insolação	-0,03285*** (0,00752)	-0,0163*** (0,0064)	-0,00095 (0,00608)	-0,0202*** (0,0062)	-0,0008 (0,0074)
Precipitação	-0,009802 (0,00658)	-0,0254*** (0,00712)	-0,010736* (0,0629)	-0,0325*** (0,00828)	-0,0164*** (0,0089)
Coleta de Lixo	-0,28407*** (0,09639)	-0,0438 (0,0939)	-0,05369 (0,0960)	-0,4961*** (0,09499)	-0,3771*** (0,08962)
ln(Escolaridade Pais)	-1,1955 (3,22885)	-3,2142*** (0,99209)	-2,8425*** (0,2553)	-0,4437*** (0,02538)	-1,6362*** (0,40507)
Rede Esgoto	-0,3921*** (0,0836)	-0,2338*** (0,08922)	-0,052284 (0,0787)	-0,0647 (0,0782)	-0,2748*** (0,08091)
Mães Adolescentes	1,94901 (1,13034)	1,4766*** (0,4445)	2,9262*** (0,6664)	1,014 (0,87041)	-2,4437*** (0,8266)
Médicos	6,7514*** (1,12406)	3,4595*** (0,8241)	1,1571*** (0,3715)	1,965*** (0,4076)	1,4487*** (0,42441)
ln(Renda Domiciliar)	-1,45928*** (0,2368)	-1,5267*** (0,2441)	-3,5882*** (0,4421)	-2,7209*** (0,4286)	-2,8651*** (0,4169)
Trabalho Infantil	0,07753 (0,19958)	0,7076 (0,69682)	1,1638 (0,9676)	0,5507 (0,39881)	0,8133 (0,8133)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	146,4	184,5	155,3	160,7	145,7
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-8097,6	-8062,2	-8087,91	-8099,8	-7987,9

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.1.12 - Resultados da estimação: efeitos marginais do número de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por tuberculose.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Tuberculose				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWN	0,0452 (0,30769)	0,3024 (0,42606)	0,7827 (0,6361)	1,2611 (0,9972)	0,6044 (0,4329)
Temp_HWN	0,01787 (0,1880)	0,0260 (0,17184)	0,04181 (0,1104)	0,3138 (0,29611)	0,1000 (0,6015)
Humid_HWN	0,04113 (0,1614)	0,06570 (0,05013)	0,07802 (0,1153)	0,1706 (0,28441)	0,20601 (0,17184)
Temperatura	0,11874 (0,2401)	0,25810 (0,77513)	0,31170 (0,61407)	0,3618 (0,56071)	0,21081 (0,4772)
Humidade	0,41745 (0,3913)	0,4299 (0,33169)	0,04712 (0,13496)	0,05374 (0,1327)	0,4314 (0,4349)
Insolação	0,01075 (0,1280)	0,00540 (0,02681)	0,004049 (0,0248)	0,0059 (0,0271)	0,00634 (0,0020)
Precipitação	0,001389 (0,00162)	0,00001 (0,00228)	0,000118 (0,00272)	0,00178 (0,0258)	0,00100 (0,00192)
Coleta de Lixo	-0,0959 (0,2599)	-0,24560*** (0,03581)	-0,00909 (0,0359)	-0,11615*** (0,03364)	-0,1080*** (0,0359)
ln(Escolaridade Pais)	-1,0897*** (0,1731)	-0,4458*** (0,0326)	-0,14601 (1,0265)	-1,47009*** (0,53705)	-0,6701*** (0,1183)
Rede Esgoto	-0,0306* (0,0218)	-0,00010 (0,02988)	-0,06701 (0,0302)	-0,1945*** (0,02985)	-0,0532*** (0,0180)
Mães Adolescentes	1,0628*** (0,18564)	0,3395*** (0,02681)	1,6980*** (0,2740)	1,9828*** (0,32182)	1,2473*** (0,1267)
Médicos	0,6584 (0,01104)	0,8094 (1,5148)	1,0391*** (0,1623)	1,3411*** (0,1609)	1,3803*** (0,11243)
ln(Renda Domiciliar)	-1,5306*** (0,1161)	-1,0504 (0,11628)	-1,2542*** (0,1625)	-1,8847*** (0,1559)	-0,2878*** (0,0159)
Trabalho Infantil	0,1552 (0,5429)	0,2261 (0,7509)	0,13718 (0,1623)	0,3434 (0,70052)	0,1229 (0,7535)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	<i>170,4</i>	<i>128,7</i>	<i>193,3</i>	<i>155,0</i>	<i>133,5</i>
Valor-P Test. Sobred.	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>
log likelihood	-5892,1	-6443,0	-6439,5	-63,19	-6462,5

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.2.1 - Resultados da estimação: efeitos marginais da duração de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por dengue.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Dengue				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWD	0,5473*** (0,17101)	0,732*** (0,1836)	2,7472*** (0,7185)	0,0061 (0,04210)	1,921*** (0,73770)
Temperatura	1,349*** (0,2289)	4,0445*** (0,8591)	11,5812*** (3,9063)	0,9455*** (0,2059)	8,661*** (1,1512)
Tmp_HWD	0,0721*** (0,00434)	0,8081*** (0,07302)	1,5417*** (0,4001)	0,153*** (0,0034)	1,102*** (0,02914)
humidade	-0,3395*** (0,0141)	-0,8812*** (0,16281)	-0,4451*** (0,0750)	-0,1881*** (0,02501)	-0,671*** (0,1410)
Insolação	0,0392*** (0,0149)	0,05521*** (0,0250)	0,2230*** (0,0583)	0,000017 (0,00011)	0,1531*** (0,0499)
Precipitação	-0,0212*** (0,00105)	-0,0213*** (0,0030)	-0,1137*** (0,0140)	-0,01562*** (0,00914)	-0,0732*** (0,0409)
Coleta de Lixo	-0,0012*** (0,0001)	-0,3212*** (0,00910)	-0,4872*** (0,01771)	-0,00932 (0,14491)	-0,4432*** (0,09403)
In(Escolaridade Pais)	-0,87832 (0,70291)	-5,397 (4,8337)	-7,4320*** (1,2904)	-7,9512*** (1,6902)	-4,9112 (1,0514)
Rede Esgoto	-0,08832*** (0,00173)	-0,16123*** (0,0936)	-0,3671*** (0,09231)	0,02271 (0,17001)	-0,29781 (0,22603)
Mães Adolescentes	11,4757*** (3,9233)	10,0111*** (2,0065)	41,7501*** (0,01340)	7,1535*** (1,3749)	27,6032*** (9,8208)
Médicos	8,5543*** (2,6004)	11,591*** (3,3078)	63,2131*** (15,0034)	9,3231*** (2,1890)	40,084*** (9,0113)
In(Renda Domiciliar)	-3,123*** (0,8766)	-13,452*** (1,26079)	-43,821*** (5,6011)	0,0048 (0,1740)	-29,193*** (6,9910)
Trabalho Infantil	-0,5213*** (0,1070)	-0,4472*** (0,1304)	-2,2712*** (0,8840)	0,0010*** (0,0001)	-1,554*** (0,39410)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	196,2	194,1	136,4	338,8	131,5
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-8376,8	-8303,2	-8300,5	-8283,6	-7779,3

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.2.2 - Resultados da estimação: efeitos marginais da duração de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por desidratação.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Desidratação				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWD	0,432*** (0,14401)	0,2701*** (0,09494)	0,4513*** (0,1508)	0,000832 (0,00731)	3,0215*** (0,94022)
Temperatura	1,3832*** (0,1401)	2,1506*** (0,5275)	2,1506*** (0,1580)	0,0281 (0,02677)	1,2821*** (0,1361)
Tmp_HWD	0,107*** (0,02187)	0,0401*** (0,0310)	0,0401*** (0,0315)	0,017*** (0,0090)	0,1755*** (0,0061)
humidade	-0,1809*** (0,01005)	-0,0322*** (0,0148)	-0,1021 (0,0912)	-0,07231*** (0,01090)	-0,3821*** (0,11360)
Insolação	0,0198*** (0,0040)	0,0103 (0,2591)	0,0082*** (0,00152)	0,00232*** (0,0015)	0,0314*** (0,01640)
Precipitação	-0,0098 (0,01052)	-0,0037*** (0,0010)	-0,00123 (0,02002)	-0,00231 (0,011944)	-0,0112*** (0,00417)
Coleta de Lixo	0,05232 (0,04910)	-0,0745 (0,06912)	-0,0604 (0,05893)	-0,01232 (0,10499)	-0,0672 (0,14401)
ln(Escolaridade Pais)	-15,2132 (2,8501)	0,4085 (0,3928)	0,0000005 (0,00053)	-0,000003 (0,00012)	-11,854*** (2,3510)
Rede Esgoto	-0,02132*** (0,0024)	0,10624*** (0,02801)	0,09451 (0,07331)	0,00121 (0,13310)	0,06521 (0,1706)
Mães Adolescentes	-0,40392 (0,0065)	3,1172*** (0,0346)	1,4232*** (0,3659)	0,2115 (0,18332)	16,591*** (8,1106)
Médicos	8,7612*** (2,5440)	4,1623 (2,7962)	5,3321*** (0,9252)	1,7532 (0,2209)	9,7921*** (2,1081)
ln(Renda Domiciliar)	2,9321*** (0,8257)	7,3821*** (0,9530)	0,0123*** (0,00041)	0,000092 (0,00049)	-3,172*** (0,9240)
Trabalho Infantil	-0,09812 (0,50021)	-0,4463*** (0,01539)	-0,40982*** (0,1603)	0,0006321 (0,00591)	-0,15321 (0,12305)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	372,3	134,3	135,2	109,2	302,1
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-7714,6	-7378,1	-7371,8	-7355,2	-7315,5

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.2.3 - Resultados da estimação: efeitos marginais da duração de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças diarreicas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Diarreicas				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWD	3,0452*** (0,95114)	7,056*** (1,7514)	26,739*** (3,0761)	1,0109*** (0,20173)	5,4311*** (1,6811)
Temperatura	13,32*** (3,3803)	46,8612*** (6,2280)	122,65*** (23,65)	39,53*** (7,1055)	27,954*** (6,1351)
Tmp_HWD	4,2749*** (0,9104)	8,8159*** (1,5005)	23,11*** (8,5909)	8,2623*** (2,1398)	10,2284*** (2,42537)
humidade	-1,1231 (0,9427)	-4,612 (3,6631)	-1,5229*** (0,1349)	-0,13042 (0,0911)	-1,3404 (1,2441)
Insolação	-0,0321*** (0,00252)	-0,1518*** (0,09691)	-0,0723*** (0,06134)	0,2647*** (0,23100)	-0,1095*** (0,2805)
Precipitação	-0,00873 (0,01482)	-0,0421 (0,1915)	-0,11371 (0,11298)	-0,10005 (0,09820)	-0,3226 (0,40095)
Coleta de Lixo	-0,4245*** (0,10501)	0,3372*** (0,10301)	6,8832*** (1,0422)	2,5832*** (0,9041)	-0,21032 (0,0912)
In(Escolaridade Pais)	-24,032 (19,1571)	0,8891 (0,7900)	-63,102*** (10,5711)	-67,320*** (12,5518)	3,6213 (2,8009)
Rede Esgoto	0,1888 (0,2311)	-0,0301 (0,03289)	-5,314*** (0,94730)	-3,1921*** (0,74102)	0,11630 (0,21905)
Mães Adolescentes	9,392*** (1,4366)	9,9671*** (1,85041)	81,942*** (20,1150)	109,61*** (6,0991)	32,889 (26,1132)
Médicos	1,1219*** (0,1854)	50,024*** (6,0994)	81,443*** (10,3009)	64,512*** (11,4617)	15,0302 (14,72085)
In(Renda Domiciliar)	-207,06*** (21,5504)	-427,88*** (46,5001)	-701,291*** (81,6012)	-27,932*** (3,0805)	-361,662*** (60,2085)
Trabalho Infantil	3,152*** (1,0016)	4,601*** (0,8105)	6,851*** (1,1604)	1,51821*** (0,6015)	4,17021*** (1,0015)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	257,0	379,3	109,2	294,5	223,8
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-4530,1	-3887,6	-3922,6	-3922,2	-3209,1

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.2.4 - Resultados da estimação: efeitos marginais da duração de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças respiratórias.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Respiratórias			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWD	-0,7012*** (0,11701)	-0,2703*** (0,0913)	-1,1432*** (0,2340)	-1,041*** (0,11185)	-0,9453*** (0,1124)
Temperatura	-3,724*** (0,9114)	-3,0866*** (0,91834)	-3,3157*** (0,90178)	-2,1458*** (0,7125)	-1,2907*** (0,2289)
Tmp_HWD	-0,16641*** (0,01250)	-0,3291*** (0,03020)	-0,544*** (0,0188)	-0,1011*** (0,0306)	-0,741*** (0,0226)
humidade	-2,6832*** (0,1905)	0,1155 (0,0955)	-1,8921*** (0,2510)	-2,2531*** (0,6052)	0,09421*** (0,01283)
Insolação	-0,05123*** (0,02204)	-0,00662 (0,0311)	-0,000213 (0,00508)	-0,0412*** (0,00638)	0,01121 (0,63163)
Precipitação	-0,01532*** (0,00721)	-0,05031*** (0,00924)	-0,03721*** (0,00761)	-0,00032*** (0,0047)	0,02612 (0,1048)
Coleta de Lixo	-0,3421*** (0,09501)	0,08721 (0,12001)	0,04121 (0,1409)	0,3621*** (0,09953)	-0,0266*** (0,01040)
ln(Escolaridade Pais)	-16,038*** (4,3407)	-21,612*** (6,1904)	-22,826*** (5,007)	-16,504*** (4,0095)	-0,2371*** (0,0034)
Rede Esgoto	0,5799 (0,6008)	0,1102 (0,2024)	0,31002*** (0,0080)	-0,1321 (0,29084)	0,3155 (0,0054)
Mães Adolescentes	-10,2981 (11,8461)	31,8821*** (7,2609)	4,9721*** (1,0045)	50,172*** (12,9760)	0,2741*** (0,01799)
Médicos	15,402*** (1,5722)	12,7321*** (1,19884)	13,461*** (1,31590)	19,883*** (6,6071)	54,671*** (6,4147)
ln(Renda Domiciliar)	-7,342*** (1,3662)	-4,321 (3,2111)	-16,202*** (3,9407)	-19,281*** (5,1061)	4,162 (3,1001)
Trabalho Infantil	0,0291*** (0,0043)	-0,8932*** (0,0013)	-0,95069*** (0,0039)	0,7209*** (0,02029)	10,050*** (1,8482)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	332,3	151,4	289,3	232,8	242,9
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-5150,4	-5109,3	-5288,4	-5556,0	-5117,6

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.3.1 - Resultados da estimação: efeitos marginais da frequência de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por dengue.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Dengue				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWF	0,2399*** (0,2136)	0,221*** (0,1904)	1,053*** (0,18410)	0,18846*** (0,04143)	0,7071*** (0,09575)
Temperatura	1,3614*** (0,1253)	3,972*** (0,8031)	11,055*** (2,3001)	0,9455*** (0,1438)	8,6139*** (1,44011)
Tmp_HWF	0,1774*** (0,0096)	0,5045*** (0,0032)	1,5321*** (0,0120)	0,1533*** (0,0120)	1,0741*** (0,0020)
humidade	0,2814*** (0,0500)	-0,9833*** (0,0075)	-0,77340*** (0,0021)	0,1512*** (0,0017)	-0,9185*** (0,0060)
Insolação	-0,0321*** (0,0008)	-0,0563*** (0,0009)	-0,2232*** (0,0073)	-0,00012*** (0,0017)	-0,15267*** (0,0270)
Precipitação	-0,01921*** (0,0045)	-0,0185*** (0,0038)	-0,1027*** (0,0901)	-0,01721*** (0,0040)	-0,0692*** (0,0012)
Coleta de Lixo	-0,0101 (0,1304)	-0,3321 (0,0049)	-0,5332*** (0,0029)	0,0118 (0,3908)	-0,4674 (0,00071)
ln(Escolaridade Pais)	-2,661*** (0,6601)	-9,043*** (0,8201)	-23,591*** (4,5010)	-5,7512*** (1,0951)	15,9123*** (3,032)
Rede Esgoto	-0,0721*** (0,0040)	-0,1414*** (0,0004)	-0,3051 (0,2540)	0,02512 (0,1040)	-0,2525 (0,2150)
Mães Adolescentes	13,442*** (3,0843)	12,5388*** (2,9011)	21,449*** (5,3790)	6,7359*** (2,3904)	34,3772*** (13,640)
Médicos	10,2912*** (2,5408)	14,271*** (3,7204)	23,8301*** (5,1108)	8,9001*** (1,9573)	47,991*** (4,2359)
ln(Renda Domiciliar)	-4,8621*** (0,0053)	-15,219*** (0,1209)	-51,743*** (8,0420)	-1,6482*** (0,03145)	-35,2198*** (3,0921)
Trabalho Infantil	-0,58991*** (0,0014)	-0,5132*** (0,0010)	-2,5711*** (0,0728)	0,2721*** (0,0028)	-1,751*** (0,0931)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	222,3	194,1	311,9	297,0	222,1
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-7017,7	-7009,8	-6998,0	-7000,7	-6995,8

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.3.2 - Resultados da estimação: efeitos marginais da frequência de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por desidratação.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Desidratação				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWF	0,2210*** (0,0696)	0,1954*** (0,0511)	1,053*** (0,2210)	0,0632 (0,0542)	0,5147*** (0,0017)
Temperatura	1,4012*** (0,1909)	2,174*** (0,1327)	2,1742*** (0,1219)	1,3281*** (0,18077)	0,3148*** (0,0027)
Tmp_HWF	0,0364*** (0,0026)	0,1237*** (0,0017)	0,1237*** (0,0012)	0,11675*** (0,0075)	0,0015*** (0,00015)
humidade	-0,18852*** (0,0291)	-0,1165*** (0,0152)	-0,7733*** (0,2571)	-0,4031*** (0,1487)	-0,4917*** (0,0031)
Insolação	0,0192 (0,01715)	0,0102*** (0,0015)	-0,2222*** (0,0032)	0,01923*** (0,0011)	0,0321*** (0,0087)
Precipitação	0,00921 (0,0114)	-0,0045*** (0,0010)	-0,1027*** (0,0030)	0,00643 (0,00802)	0,0095*** (0,0001)
Coleta de Lixo	0,05521 (0,00405)	-0,0532 (0,0014)	-0,52532*** (0,0004)	-0,07321 (0,1103)	-0,0231 (0,1401)
ln(Escolaridade Pais)	-5,031*** (1,1026)	-0,1708*** (0,01972)	-7,2140*** (1,1701)	-2,8121*** (0,7017)	-9,11041*** (2,4181)
Rede Esgoto	-0,0231 (0,1304)	-0,1182*** (0,0014)	-0,3056*** (0,0017)	-0,1814 (0,1644)	-0,0663 (0,115)
Mães Adolescentes	0,4412*** (0,0136)	2,3891*** (0,5790)	5,1041*** (0,6150)	2,6321*** (0,0195)	16,211*** (1,9573)
Médicos	8,76301*** (0,62122)	4,9622*** (0,8057)	73,798*** (11,4701)	8,79001*** (1,3153)	10,095*** (1,3945)
ln(Renda Domiciliar)	-3,0981*** (0,5520)	-7,7784*** (1,0246)	-51,747*** (11,4204)	-13,0202*** (2,0084)	-3,5721*** (0,8231)
Trabalho Infantil	-0,0912 (0,1101)	-0,4235 (0,0045)	-2,5789*** (0,3141)	-0,08918*** (0,0092)	-0,1203 (0,11141)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	244,1	355,2	220,3	110,3	207,4
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-6994,2	-6976,9	-6966,9	-6727,8	-5930,9

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.3.3 - Resultados da estimação: efeitos marginais da frequência de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças diarreicas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Diarreicas			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWF	1,1748*** (0,2714)	2,5103*** (0,57751)	1,4374*** (0,21021)	1,69001*** (0,2821)	2,1301*** (0,3834)
Temperatura	14,744*** (2,3813)	49,8801*** (9,0953)	121,102*** (24,2820)	42,208*** (7,1028)	29,17*** (8,4501)
Tmp_HWF	5,0333*** (0,0264)	11,077*** (0,0520)	18,2832*** (0,00729)	9,1801*** (0,0029)	4,1511*** (0,0013)
humidade	-0,07521*** (0,0020)	5,5103*** (0,0480)	-19,4533*** (1,5019)	-0,4905*** (0,0010)	1,9815*** (0,0561)
Insolação	-0,03321*** (0,0034)	-0,1677*** (0,0024)	-0,0731*** (0,00170)	0,2632*** (0,0023)	-0,1182*** (0,0002)
Precipitação	-0,0332 (0,0401)	-0,06683 (0,00591)	0,1372 (0,4008)	0,0843 (0,1373)	-0,05421 (0,1040)
Coleta de Lixo	-0,3781*** (0,0013)	0,4149*** (0,0014)	7,6003*** (1,4002)	2,8201 (2,30991)	-0,1201*** (0,0029)
ln(Escolaridade Pais)	6,9001*** (1,5402)	-9,0831*** (1,4912)	-7,0184*** (1,3629)	-6,0587*** (1,15002)	-4,0227*** (0,9034)
Rede Esgoto	0,128002 (0,27910)	-0,1984 (0,17125)	-4,4503*** (1,3033)	-3,107 (2,0199)	-5,113*** (1,8591)
Mães Adolescentes	20,1557*** (4,3751)	14,8321*** (3,5026)	26,1180*** (2,7029)	30,462*** (2,8402)	5,322*** (0,7709)
Médicos	-10,192*** (1,2738)	23,844*** (3,8893)	172,31*** (15,9014)	62,861*** (11,9093)	345,67*** (70,6617)
ln(Renda Domiciliar)	-198,229*** (15,1132)	-408,65*** (42,1204)	-725,90*** (14,7375)	-36,802*** (2,1450)	-4,792*** (0,16961)
Trabalho Infantil	3,4921*** (0,6412)	5,3401*** (1,12404)	6,2107*** (2,4123)	1,9602*** (0,0825)	4,709*** (1,4042)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	361,0	390,8	313,3	324,7	217,4
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-2889,4	-2844,1	-2901,8	-2883,1	-2845,3

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.3.4 - Resultados da estimação: efeitos marginais da frequência de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças respiratórias.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Respiratórias			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWF	-0,3614*** (0,0177)	-0,7552*** (0,02522)	-0,3973*** (0,3072)	-0,0891 (0,0659)	-0,0951 (0,09154)
Temperatura	-3,7360*** (0,8607)	-3,0864*** (0,70014)	-3,3033*** (0,8521)	-2,1301*** (0,5776)	-1,2370*** (0,20021)
Tmp_HWF	-0,1287*** (0,0502)	-0,3291*** (0,0491)	-0,6085*** (0,0812)	-0,1427*** (0,0115)	-0,5633*** (0,01809)
humidade	-2,4532*** (0,3199)	0,3541*** (0,0078)	-1,5534*** (0,1015)	-0,3471*** (0,0029)	0,7631*** (0,0307)
Insolação	-0,0532*** (0,0001)	-0,00612 (0,00514)	-0,00123 (0,00119)	-0,0295*** (0,0084)	0,01182*** (0,0019)
Precipitação	-0,0198*** (0,1104)	0,0573*** (0,00201)	-0,0338*** (0,0020)	0,06475*** (0,0077)	0,0271 (0,0015)
Coleta de Lixo	-0,4184*** (0,0047)	-0,0158 (0,1305)	-0,0461 (0,1723)	-0,03371*** (0,0093)	-0,2161 (0,2703)
ln(Escolaridade Pais)	-13,267*** (2,7304)	-29,4103 (5,1022)	-20,4201*** (3,8604)	-3,5401*** (0,9001)	-2,9511*** (0,72142)
Rede Esgoto	-0,5451*** (0,0030)	0,0788 (0,08102)	0,2595*** (0,0039)	0,000213 (0,0049)	0,3041 (0,5054)
Mães Adolescentes	12,084*** (1,0093)	31,8603*** (10,6003)	1,8502 (0,0091)	3,01021*** (0,9830)	57,711 (46,1031)
Médicos	13,490*** (2,6932)	12,608*** (2,4475)	16,874*** (2,7740)	22,532*** (4,7703)	0,9032*** (1,0880)
ln(Renda Domiciliar)	-9,0881*** (0,2388)	-0,1883*** (0,0190)	-17,8803*** (1,3201)	1,6121*** (0,0239)	-11,1833*** (1,6049)
Trabalho Infantil	-0,0601 (0,1270)	-1,0928*** (0,23991)	-1,0462*** (0,20644)	-0,06212*** (0,0071)	-0,81991 (0,0043)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	248,1	372,0	312,3	365,8	139,1
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-2838,1	-2819,1	-2825,5	-2581,5	-2818,3

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.4.1 - Resultados da estimação: efeitos marginais da amplitude de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por dengue.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Dengue				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWA	0,2111*** (0,0033)	0,5912*** (0,0083)	1,239*** (0,0045)	0,109*** (0,0074)	1,0521*** (0,0901)
Temperatura	1,1323*** (0,0240)	3,361*** (0,0103)	11,110*** (1,7301)	0,7789 (0,6955)	7,4577*** (0,9425)
Tmp_HWA	0,2469*** (0,0631)	0,6521*** (0,0720)	1,5417*** (0,0410)	0,1651*** (0,0533)	1,221*** (0,1209)
humidade	0,21521 (0,3118)	-1,0921*** (0,1101)	-1,0731*** (0,2801)	0,1921 (0,1700)	-1,121 (0,9953)
Insolação	-0,0341*** (0,0019)	-0,0491*** (0,0051)	-0,2093*** (0,0001)	-0,0012 (0,0155)	-0,1452*** (0,0057)
Precipitação	0,0213*** (0,0016)	-0,0151*** (0,0012)	-0,11802 (0,1462)	-0,0151*** (0,0030)	-0,0741*** (0,0091)
Coleta de Lixo	-0,00531 (0,0140)	-0,3459*** (0,0025)	-0,4702*** (0,0068)	-0,019*** (0,0019)	-0,4512*** (0,0026)
ln(Escolaridade Pais)	0,38681 (0,4268)	-7,583*** (1,8019)	-14,061*** (4,3011)	-7,991*** (2,1543)	-9,865*** (2,5016)
Rede Esgoto	-0,0871*** (0,0010)	-0,1789*** (0,0017)	-0,3481*** (0,0215)	-0,0138*** (0,0040)	-0,2947*** (0,0091)
Mães Adolescentes	14,0213*** (2,8017)	14,6541*** (3,7001)	55,236*** (12,1204)	7,3721*** (1,2279)	37,821*** (5,9160)
Médicos	9,1255*** (1,2007)	10,532*** (2,1033)	65,341*** (7,4930)	8,4576*** (1,2259)	40,001*** (6,9916)
ln(Renda Domiciliar)	-3,7821*** (0,0224)	-14,882*** (1,06201)	-47,386*** (5,0314)	0,3557 (0,4710)	-32,637*** (3,8690)
Trabalho Infantil	-0,4931*** (0,0620)	-0,3811*** (0,0619)	-2,1438*** (0,0925)	0,2351*** (0,0081)	-1,432*** (0,0519)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	350,1	257,5	194,9	196,1	207,0
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-9023,9	-9037,3	-9334,1	-9034,7	-9350,1

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.4.2 - Resultados da estimação: efeitos marginais da amplitude de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por desidratação.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Desidratação				
	< 1	1 - 4	5 - 9	Negros	Feminino
HWA	1,032*** (0,0393)	1,119*** (0,0178)	1,509*** (0,0258)	1,001*** (0,0080)	0,0660 (0,1306)
Temperatura	1,4788*** (0,0281)	2,0941*** (0,03720)	2,0943*** (0,0217)	0,03799 (0,03620)	1,254 (0,9987)
Tmp_HWA	0,0277*** (0,0019)	0,0721*** (0,0024)	0,0721*** (0,0015)	0,00821 (0,00756)	0,0709 (0,0633)
humidade	-0,18821 (0,3088)	-0,09212 (0,1092)	-0,3901 (0,2810)	0,0701 (0,1096)	-0,4877*** (0,0917)
Insolação	0,01921 (0,1220)	0,01121*** (0,0022)	0,0202*** (0,0015)	0,0021*** (0,0010)	0,03361*** (0,0050)
Precipitação	0,00921*** (0,0011)	-0,0031*** (0,0001)	0,0078 (0,0089)	-0,0031 (0,0059)	0,0101*** (0,0051)
Coleta de Lixo	-0,0481 (0,0391)	-0,07832 (0,06911)	-0,092921 (0,0873)	-0,0191 (0,2206)	-0,0321 (0,1063)
In(Escolaridade Pais)	-15,301*** (2,1748)	-1,0471 (0,0951)	-3,70101 (0,1501)	-0,8962*** (0,0117)	-12,181*** (2,1071)
Rede Esgoto	-0,0212*** (0,0006)	-0,1085*** (0,0005)	-0,17281 (0,0002)	-0,0021*** (0,0009)	-0,0674*** (0,0014)
Mães Adolescentes	15,3012*** (2,5105)	1,821*** (0,014)	3,1829*** (0,0692)	0,4251 (0,3815)	15,774*** (2,4010)
Médicos	8,566*** (1,8207)	4,3821*** (1,0751)	8,1569*** (1,0090)	0,4533*** (0,0001)	9,7271*** (1,2001)
In(Renda Domiciliar)	-2,8718*** (0,1027)	-7,0732*** (1,0619)	-12,334*** (1,0041)	-1,079*** (0,0516)	-4,0102*** (0,0062)
Trabalho Infantil	-0,0921*** (0,0005)	-0,4348*** (0,0010)	-0,09192 (0,09386)	-0,0366*** (0,0071)	-0,1297 (0,0050)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	252,1	185,3	336,1	277,0	204,2
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-9336,2	-91409,2	-9201,8	-9109,1	-9182,8

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.4.3 - Resultados da estimação: efeitos marginais da amplitude de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças diarreicas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Diarreicas			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWA	1,069*** (0,0609)	1,075*** (0,0903)	2,0121*** (0,1107)	0,0304 (0,0372)	0,0331 (0,0473)
Temperatura	14,421*** (1,0304)	48,324*** (3,7504)	119,55*** (27,5786)	30,2066*** (2,7401)	40,913*** (3,9019)
Tmp_HWA	0,4317*** (0,0609)	0,0802 (0,0735)	1,096 (0,9961)	0,05517 (0,0470)	0,0661 (0,05801)
humidade	-0,4726 (0,3911)	6,083*** (1,6258)	-19,871*** (2,7210)	-0,0829 (0,1553)	2,4838 (2,1910)
Insolação	-0,0334 (0,1180)	-0,1407*** (0,0701)	-0,0515 (0,0017)	-0,2643*** (0,0040)	-0,1054*** (0,0013)
Precipitação	0,0071 (0,0088)	-0,0437 (0,0510)	0,1267 (0,2480)	0,1801*** (0,0153)	-0,0372 (0,0369)
Coleta de Lixo	-0,5214*** (0,0724)	0,0506 (0,0491)	7,643*** (0,0214)	2,6102*** (0,1048)	-0,4174 (0,3550)
In(Escolaridade Pais)	-18,757*** (2,4100)	-9,8877*** (2,0241)	687,68*** (25,8475)	676,02*** (24,9451)	-5,001*** (1,2042)
Rede Esgoto	0,0891 (0,09261)	-0,3159 (0,9042)	-4,5201*** (0,0320)	-3,152*** (0,74210)	0,08905 (0,1714)
Mães Adolescentes	-19,142 (12,001)	-8,9734 (0,0040)	173,01*** (16,0014)	112,18*** (12,2050)	-48,448*** (6,0291)
Médicos	8,5752*** (1,9002)	0,2189** (0,1410)	158,91*** (4,2011)	60,941*** (2,7014)	5,1317*** (0,9072)
In(Renda Domiciliar)	-205,12*** (4,2507)	-424,11*** (61,204)	-720,43*** (80,0041)	-26,744*** (3,9901)	-358,92*** (12,0114)
Trabalho Infantil	3,177*** (0,8902)	4,783*** (0,7014)	6,851*** (0,6611)	1,5001 (1,1023)	4,2632 (1,0263)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	306,3	247,1	276,4	316,0	308,1
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-8110,7	-8096,1	-8099,7	-8055,4	-8084,9

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela L.4.4 - Resultados da estimação: efeitos marginais da amplitude de ondas de calor sobre a internação hospitalar infantil por doenças respiratórias.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares					
Doenças Faixa etária Regressores	Respiratórias			Negros	Feminino
	< 1	1 - 4	5 - 9		
HWA	-0,1824*** (0,0200)	-0,3705*** (0,0027)	-0,1923*** (0,0053)	0,0120 (0,0246)	-0,271*** (0,0328)
Temperatura	-3,3912*** (0,7773)	-2,7091*** (0,5361)	-3,1207*** (1,0591)	-3,0124 (2,5943)	-2,044*** (0,8121)
Tmp_HWA	-0,2116*** (0,0291)	-0,2801 (0,2511)	0,01821 (0,0237)	-0,1209 (0,1140)	0,0837 (0,0414)
humidade	-2,532*** (0,2300)	0,1872 (0,1680)	-1,6341*** (0,2911)	-0,3630 (0,3077)	0,7281*** (0,0109)
Insolação	-0,0561*** (0,0002)	-0,0194 (0,1392)	-0,03201 (0,1609)	-0,0315*** (0,0006)	-0,0143 (0,0210)
Precipitação	-0,0151*** (0,0018)	-0,0406*** (0,0007)	-0,0372*** (0,0050)	-0,0637*** (0,0029)	0,0267*** (0,0008)
Coleta de Lixo	-0,3612*** (0,0199)	-0,1035 (0,9044)	-0,01682 (0,2810)	-0,3175*** (0,0011)	-0,2274*** (0,0510)
ln(Escolaridade Pais)	-17,551*** (2,1441)	20,571*** (2,9802)	-25,091*** (5,2055)	-14,591*** (2,8001)	-2,3705*** (0,8709)
Rede Esgoto	-0,5663*** (0,082)	-0,1237 (0,1140)	-0,2825*** (0,0781)	0,0124 (0,2501)	-0,2903 (0,0551)
Mães Adolescentes	13,0392 (10,4012)	29,641 (6,5091)	0,65112 (0,5227)	2,4184 (1,9071)	58,7201 (43,7102)
Médicos	14,0932 (4,8101)	14,0649 (3,1151)	16,1342 (3,1501)	21,6002 (3,9730)	2,661 (2,0010)
ln(Renda Domiciliar)	-6,6321*** (1,0571)	-4,9031*** (0,9201)	-15,298*** (1,0304)	2,3412 (1,8092)	-11,066*** (3,4607)
Trabalho Infantil	0,0136*** (0,0016)	-0,9371*** (0,0810)	-0,9653*** (0,0207)	0,6341 (0,5503)	-0,7511*** (0,1714)
Dum_ef_misto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Test. Sobredispersão	106,3	359,1	264,2	130,2	302,6
Valor-P Test. Sobred.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
log likelihood	-10062,1	-10620,4	-9456,3	-9620,0	-9463,4

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

4.10 APÊNDICE M

Modelos estimados para a Simulação

Tabela M.1 - Resultados da estimação: efeitos marginais dos modelos de simulação sem variáveis de ondas de calor, estimados para a hospitalização infantil por dengue.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares			
Doença	Dengue		
Faixa etária	<1	1 a 4	5 a 9
Regressores			
Temperatura	1,1244*** (0,1230)	0,5308*** (0,1063)	0,5108*** (0,1661)
Humidade	0,2206*** (0,1868)	1,0131*** (0,3541)	0,9882*** (0,2271)
Insolação	-0,039*** (0,0042)	-0,0578*** (0,0080)	-0,02250*** (0,0027)
Precipitação	0,0216*** (0,0038)	0,02037*** (0,0072)	0,1123*** (0,02521)
Coleta de Lixo	-0,02004*** (0,0444)	-0,3024*** (0,0851)	-0,3859*** (0,0919)
ln(escolaridade dos Pais)	-3,9447*** (0,90074)	-4,509*** (0,9720)	-5,0071*** (0,9917)
Rede esgoto	-0,0730*** (0,0433)	-0,1305*** (0,0822)	-0,26033*** (0,2847)
Mães Adolescentes	13,2301*** (3,8566)	11,6260*** (6,3111)	9,2108*** (2,3051)
Médicos	9,6087*** (2,5368)	9,4191*** (3,8093)	7,3072*** (1,6691)
ln(Renda Domiciliar)	-3,3664*** (1,0336)	-7,8985*** (3,0404)	-11,538*** (2,4011)
Trabalho Infantil	0,5287*** (0,0949)	0,4475*** (0,18001)	2,2921*** (0,6236)
log-likelihood	-5871,2	-8311,7	-8597,0

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela M.2 - Resultados da estimação: efeitos marginais dos modelos de simulação sem variáveis de ondas de calor, estimados para a hospitalização infantil por doenças diarreicas.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares			
Doenças	Diarreia		
	<1	1 a 4	5 a 9
Faixa etária			
Regressores			
Temperatura	9,921*** (2,302)	15,861*** (2,7904)	-15,2248*** (3,1448)
Umidade	0,5177 (1,1499)	5,6714*** (2,7901)	2,0041*** (0,6031)
Insolação	0,0240*** (0,0025)	0,1012* (0,0621)	1,0928*** (0,01360)
Precipitação	0,0187 (0,0231)	0,02225 (0,5681)	0,1158 (0,12337)
Coleta de Lixo	-0,4759* (0,2765)	-2,9602*** (0,6694)	-8,1797*** (1,4412)
ln(escolaridade dos Pais)	0,00001*** (0,0000)	0,000164** (0,0000)	0,0002*** (0,000021)
Rede esgoto	-0,8851*** (0,2607)	-7,871*** (1,6349)	-18,888*** (1,3836)
Mães Adolescentes	-7,6687*** (2,3651)	17,6305*** (5,7441)	64,7201 (74,3615)
Médicos	2,1521*** (0,15085)	24,801*** (6,3831)	25,281*** (8,0637)
ln(Renda Domiciliar)	-6,2040*** (2,3164)	-8,1341*** (3,1912)	-6,7715*** (1,6892)
Trabalho Infantil	2,9913*** (0,5880)	4,1471*** (1,472)	5,7479*** (3,0722)
log-likelihood	-7361,1	-13081,8	-1176,1

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela M.3 - Resultados da estimação: efeitos marginais dos modelos de simulação sem variáveis de ondas de calor, estimados para a hospitalização infantil por desidratação.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares				
Doenças	Desidratação			
	Faixa etária	<1	1 a 4	5 a 9
Regressores				
Temperatura		2,094*** (0,6489)	2,7039*** (0,4963)	2,0041*** (0,52114)
Umidade		-0,1860 (0,1349)	0,1283*** (0,0941)	-0,1998 (0,2029)
Insolação		0,0151*** (0,00291)	0,0362*** (0,00091)	0,0087*** (0,0044)
Precipitação		-0,0901*** (0,0027)	-0,0052 (0,0031)	-0,0034*** (0,00405)
Coleta de Lixo		0,0568* (0,0325)	-0,0597** (0,0059)	0,06977*** (0,04955)
ln(escolaridade dos Pais)		-8,906*** (0,0301)	-4,1701*** (1,5510)	-8,4107*** (1,5057)
Rede esgoto		-0,00026 (0,03041)	-0,1446*** (0,0599)	-0,1036*** (0,0451)
Mães Adolescentes		1,9017 (2,76921)	3,0193 (2,1300)	3,4019 (4,1375)
Médicos		7,5381*** (1,7903)	3,4496*** (0,7950)	3,6801 (2,5632)
ln(Renda Domiciliar)		-3,1091*** (1,5401)	-7,6817*** (0,8103)	-2,2351*** (0,3398)
Trabalho Infantil		0,08071 (0,0692)	0,03005 (0,1488)	0,04451*** (0,1051)
log-likelihood		-5935,1	-4503,7	-4617,3

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

Tabela M.4 - Resultados da estimação: efeitos marginais dos modelos de simulação sem variáveis de ondas de calor, estimados para a hospitalização infantil por doenças respiratórias.

Variável Dependente: Número de Internações Hospitalares				
Doenças	Respiratórias			
	Faixa etária	<1	1 a 4	5 a 9
Regressores				
Temperatura		-1,5483*** (0,5501)	-0,5528*** (0,09210)	-1,6055*** (0,2650)
Uumidade		-0,0256*** (0,0059)	-0,3452 (0,3340)	-0,0774 (0,1319)
Insolação		-0,0255*** (0,0059)	-0,0135*** (0,0061)	-0,00358 (0,0024)
Precipitação		-0,00740 (0,0055)	-0,0251*** (0,00571)	-0,0010 (0,0023)
Coleta de Lixo		-0,2580*** (0,0941)	-0,0081 (0,9210)	-0,0170 (0,0356)
ln(escolaridade dos Pais)		-1,7607*** (0,3021)	-3,8691*** (0,9201)	-4,0071*** (1,0617)
Rede esgoto		-0,3366*** (0,0764)	-0,2533*** (0,0763)	-0,0669*** (0,0291)
Mães Adolescentes		1,3995 (6,091)	1,221** (0,5201)	3,1829 (2,4901)
Médicos		4,5611*** (1,3512)	4,7767 (3,6029)	4,4500*** (1,4518)
ln(Renda Domiciliar)		-1,4591*** (0,2368)	-0,2212 (4,1812)	-1,2080 (1,6215)
Trabalho Infantil		0,1044 (0,1986)	0,6819*** (0,1951)	0,1404* (0,0752)
log-likelihood		-6471,2	-8120,1	-7016,4

Fonte: Resultados da pesquisa, 2016.

Nota: Os valores expressos na tabela referem-se aos efeitos marginais estimados pelos modelos em painel de dados contados. A significância estatística de cada coeficiente estimado é identificada como ***, ** e * para os níveis de 1%, 5% e 10%, respectivamente.

5 CONCLUSÃO GERAL

O objetivo central desta tese foi analisar os efeitos de eventos climáticos extremos, em particular de ondas de calor, sobre a saúde humana no Brasil. Especificamente, buscou-se avaliar os efeitos desses eventos sobre as taxas de mortalidade municipais brasileiras e sobre as taxas de morbidade infantil. Os resultados foram valorados por meio de medidas como o Valor Estatístico da Vida (VSL) e pelo custo médio de internação hospitalar nas capitais brasileiras. O período de análise abrangeu os anos de 1998 a 2015.

Esses objetivos foram seccionados nos capítulos II, III e IV deste trabalho. No capítulo II foram identificados os eventos de ondas de calor nos municípios brasileiros, em termos de suas incidências, durações, frequências e amplitudes, durante o período de 1998 a 2015. No capítulo III, esses indicadores de ondas de calor foram relacionados com as taxas municipais de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, respiratórias e do aparelho circulatório, bem como valorados esses efeitos pelas estimativas de VSL. Por último, para as capitais estaduais brasileiras, avaliou-se os efeitos das ondas de calor sobre a morbidade infantil acompanhada de hospitalização, sendo esses resultados valorados pelo custo médio de internação hospitalar.

As ondas de calor são fenômenos climáticos que incidem sobre os municípios brasileiros de forma cada vez mais frequente, intensa e duradoura. Os municípios da região Centro-oeste foram aqueles que apresentaram a maior incidência e duração desses eventos ao longo dos anos. Apesar dos registros de temperatura média serem mais elevados nas regiões Nordeste e Norte, nesses municípios foram observados o menor número de formação de ondas de calor. Em alguns dos municípios do estado de Goiás foram verificados mais de três eventos de ondas de calor, bem como as ondas de calor com as mais elevadas temperaturas. Ainda, vale mencionar que, em média, todos os municípios brasileiros enfrentam pelo menos uma onda de calor anual, com duração média de cinco dias consecutivos.

Os efeitos das ondas de calor foram significativos e heterogêneos sobre as taxas

de mortalidade nos municípios brasileiros. Os principais efeitos foram sobre as taxas de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias, principalmente nos municípios classificados como extremamente pobres. Além da vulnerabilidade por renda, os efeitos das ondas de calor foram particularmente mais intensos em crianças e idosos.

Sobre as medidas de VSL, elas foram relativamente superiores em São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Distrito Federal e Rio de Janeiro. Com base nessa medida, dado a incidência das ondas de calor, em termos de valores estatísticos da vida, os custos para contornar os efeitos desses eventos são superiores nos municípios de Goiás, no Distrito Federal e em Tocantins. Em termos de políticas públicas para esses estados, estima-se um dispêndio para contornar os efeitos das ondas de calor em torno de 2,25 centavos e 50 reais por habitante para doenças do aparelho circulatório e doenças infecciosas e parasitárias, respectivamente. Os menores custos para contornar os efeitos das ondas de calor foram nos estados do Rio Grande do Sul, Acre e Sergipe.

Os efeitos das ondas de calor sobre a saúde da população brasileira são significativamente diferenciados por idade e distribuição de renda, entretanto não apresentaram diferenças sistemáticas quanto ao gênero e cor da população. De acordo com os resultados do capítulo III, o calor extremo promove mais efeitos sobre a mortalidade de idosos do que crianças. Por causa desses resultados, investigou-se o padrão de morbidade infantil, como estratégia de investigar como as crianças brasileiras enfrentam esses fenômenos.

Em geral, os resultados também foram bastante heterogêneos. As ondas de calor exercem efeitos mais perniciosos sobre a crianças de até 4 anos, provavelmente por se tratarem de organismos imunológicos em desenvolvimento. Os principais efeitos do calor extremo sobre os níveis de internação infantil foram por doenças diarreicas, dengue e desidratação. Os custos para a sociedade do aumento no número de hospitalizações infantis, em termos de valores médio de internação, podem chegar a 120 milhões para todas as capitais brasileiras. A saúde infantil em São Paulo, Belo Horizonte e Salvador foram relativamente mais afetadas pelas ondas de calor do que nas outras capitais do país. Outros fatores não-climáticos também foram relevantes para explicar as taxas

de internação infantil, em destaque aqueles relacionados a educação, renda dos pais, número de médicos e saneamento básico.

Os efeitos das ondas de calor ainda foram estudados conforme algumas características, como duração, frequência e amplitude desses eventos. Dentre elas, a duração desses eventos é aquele que exerce maiores impactos, tanto nas taxas de mortalidade quanto nas taxas de internação hospitalar infantil. Os custos sociais de mais um dia de calor excessivo podem chegar a 11 milhões de reais nas capitais brasileiras, enquanto os custos hospitalares decorrentes de picos de temperatura durante um evento de onda de calor podem somar 14,5 milhões. Somente em 2012, em Goiânia foram registradas 4 ondas de calor e 31 dias excessivamente quentes, inclusive uma delas foi categorizada como a onda de calor com maiores níveis de temperatura do Brasil. Normalmente, as outras capitais do Brasil enfrentaram 1 ou 2 episódios desses eventos.

Ao contrário das doenças infecciosas e do aparelho circulatório, as taxas de morbimortalidade por doenças respiratórias são negativamente influenciadas pelas ondas de calor. Isto é, a elevação dos níveis de temperatura diminuem a incidência de doenças como pneumonias, rinites, asma, bronquites, dentre outras. De acordo com os resultados, em termos de políticas públicas, deixa-se de gastar com internações hospitalares infantis até 45 milhões de reais, devido a incidência das ondas de calor nas capitais estaduais.

Políticas assistencialistas de distribuição de renda, de ampliação dos serviços hospitalares e de saneamento básico, junto de programas de incentivo ao aumento do número de profissionais da saúde, são, determinantes para a diminuição da morbimortalidade no Brasil, principalmente entre as crianças e recém-nascidos. Muito além dessas melhorias, políticas que possibilitem a adaptação ao calor extremo e promovam conforto térmico são fundamentais para contornar os efeitos causados pelas ondas de calor. Provavelmente, esses fenômenos agravam os quadros clínicos de crianças com outras doenças, e, na presença de calor extremo, buscam por hospitalização e cuidados médicos. Outros estudos citados neste trabalho argumentam que o consumo residencial por aparelhos de ar-condicionado tem sido adaptações decisivas para, não só atenuar, como

anular os efeitos das ondas de calor. Sendo assim, para contornar os efeitos das ondas de calor sobre a saúde não seria necessária apenas uma política climática específica, mas um conjunto de medidas de saúde e renda que fossem fundamentais para construir resiliência.

Em última instância, para trabalhos futuros, recomenda-se análises dos efeitos das ondas de calor sobre as estratégias e possibilidades de adaptação, viés incorrido neste trabalho. De acordo com o argumentado nesta tese, recomenda-se estimativas dos efeitos das ondas de calor sobre o consumo residencial por aparelhos de ventilação e ar-condicionado, consideradas pela literatura revisada aquelas estratégias mais eficientes para contornar os efeitos desses eventos. Além disso, análises sobre o fluxo migratório em circunstâncias de ondas de calor seriam análises complementares, que, certamente, contribuirão para contornar o viés dessas estimativas. Ainda sobre temperaturas extremas, também seriam relevantes análises de identificação de eventos de ondas de frio no Brasil, bem como seus impactos nos indicadores de saúde.

REFERÊNCIAS

BARRECA, A. I. Climate change, humidity, and mortality in the United States. *Journal Environmental Economic Management*. v.63, n.1, p. 19–34, 2012.

BARRECA, A. I., et al. Adapting to Climate Change: The Remarkable Decline in the US Temperature–Mortality Relationship Over the 20th Century. National Bureau of Economic Research. N. w18692, 2016.

BRAGA, A.; ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology*, n.12, v.6, p. 662–667, 2001.

BURGESS, R.; DESCHENES, O.; DONALDSON; D.; GREENSTONE, M. Weather and Death in India: Mechanisms and Implications for Climate Change. Mimeo-graph, MIT Department of Economics, 2011.

CARVALHO, D.; et al. Urban Resilience to future urban heat waves under a climate change scenario: a case study for Porto urban area (Portugal). *Urban Climate*. N. 257, p. 1-27, 2016.

CCA - CLIMATE CHANGE AUTHORITY. Australian Government. Disponível em: <http://climatechangeauthority.gov.au/> Acesso em: out. 2016.

CHEASTNUT, L. G.; et al.. Analysis of differences in hot-weather-related mortality across 44 U.S. metropolitan areas. *Environmental Science and Policy*. N. 1, v. 1, p. 59–70, 1998.

CONFALONIERI, U. E . C., MENNE, B. Human Health. *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University, p. 213-236. Cambridge, 2007.

CURRIERO, F.C.; HEINER, K.S.; SMAET, J.M.; ZEGER, S.L.; STRUQ, L.; PATZ, J.A. Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States. *American Journal of Epidemiology*. N.155, p. 80–87, 2002.

DESCHENES, O. Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. *Energy Economics*, n. 46, p. 606-619, 2014.

DESCHENES, O.; GREENSTONE, M. Climate change, mortality, and adaptation: evidence from annual fluctuations in weather in the U.S. *American Economic Journal of Applied Economics*. n.3 v.4, p. 152–185, 2011.

DESCHENES, O.; MORETTI, E. Extreme weather events, mortality and migration. *Review Economics Statistics*, n.91, v.4, p. 659–681, 2009.

FOUILLET, A.; REY, G.; WAGNER, V.; LAAIDI, K., et al. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *International Journal of Epidemiology*. n.37, v.2, p. 309–317, 2008.

GOUVEIA, N.; HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; Socioeconomic differentials in the temperature–mortality relationship in São Paulo, Brazil. *Int. J. Epidemiol.* n.32, v.3, p. 390–397, 2003.

HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; GOUVEIA, N. Mortality displacement of heat-related deaths. *Epidemiology*. n.16, v.5, p. 613–620, 2005

HAJAT, S.; ARMSTRONG, B.; BACCINE, M.; BIGGERI, A.; BISANTI, I.; RUSSO, A., et al. Impact of high temperatures on mortality. *Epidemiology*. n.17, v.6, p.632–638, 2006.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/> Acesso em: mai. 2016

KALKSTEIN, L.S.; GREENE, J.S. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change. *Environ. Health Perspective*. N. 105, v. 1, p. 84–93, 1997.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*. FBDS, 2009. Acesso em: jun. 2016. Disponível em: <http://www.fbds.org.br/fbds/IMG/pdf/doc-504.pdf>

MARTO, N. Ondas de Calor: impacto sobre a saúde. *Acta Médica Portuguesa*. N. 18, p. 467-474, 2005.

MENDES, C. S. Mudanças Climáticas e seus impactos econômicos sobre a saúde humana: uma análise da leishmaniose e da dengue no Brasil. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, 2013.

PEREDA, P.; MENEZES, T.; ALVES, D. Impacts of climate change on Dengue Risk in Brazil. IDB Working paper series, n. 511, 2014.

PEZZA, A. B.; SIMMONDS, I.; PEREIRA FILHO, A. Climate perspective on the large-scale circulation associated with the transition of the first South Atlantic hurricane. *International Journal of Climatology*. N. 29, p. 1116-1130, 2009.

PIVER, W.T.; ANDO, M.; YE, F.; PORTIER, C.J. Temperature and air pollution as risk factors for heat stroke in Tokyo, July and August 1980–1995. *Environmental*

Health Perspective. n.107, v.11, p. 911–916, 1999.

SOUZA, E. C. et al. Impactos das Mudanças Climáticas sobre o Bem-Estar relacionado à saúde no Brasil. Pesquisa e Planejamento Econômico, pg. 49 a 86, v. 43, 2013.

TOULEMON, L., BARBIERI, M. The mortality impact of the August 2003 heat wave in France: investigating the 'harvesting' effect and other long-term consequences. Population Studies. N. 62, p. 39–53, 2008.

YE, F.; PIVER, W.T.; ANDO, M., PORTIER, C.J. Effects of temperature and air pollutants on cardiovascular and respiratory diseases males and females older than 65 years of age in Tokyo, July and August 1980–1995. Environmental Health Perspective. n.109, v.4, p. 355–359, 2001.