Universidade de São Paulo
Faculdade de Saúde Pública

Variabilidade da temperatura do ar diária, vulnerabilidade social e a relação com altas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares na Colômbia.

Doris Jimena Roncancio Benítez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Adelaide Cássia Nardocci

São Paulo
2020

Variabilidade da temperatura do ar diária, vulnerabilidade social e a relação com altas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares na Colômbia.

Doris Jimena Roncancio Benítez

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de Concentração: Saúde Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Adelaide Cássia Nardocci

Versão revisada

São Paulo

2020

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida **exclusivamente** para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da tese.

DEDICATORIA

A todos los niños de Colombia:
Que la herencia ambiental y
cultural que les dejemos les sea
clemente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial ao Ministério de Ciência e Tecnologia da Colômbia (COLCIENCIAS) pelo financiamento do meu doutorado com o seu programa “Doctorados en el exterior” 2016.

De todas as páginas que já foram escritas para a conclusão dessa tese, esta parece ser a mais difícil de escrever. São muitas as pessoas que contribuíram para que o documento que você tem em suas mãos exista porque são quatro anos de vida intensos plasmados neste manuscrito. Primeiro devo agradecer à minha família, que mesmo à distância foram sempre os meus maiores torcedores. Agradeço as palavras cheias de amor nos momentos difíceis e as risadas de alegria no telefone e no Skype quando a luta foi mais amável. Sou infinitamente grata por ter vocês como família, pela imensa generosidade de me amar e mesmo assim me permitir voar longe para cumprir sonhos. Hoje sou a pessoa que de criança sonhei graças a esse amor infinito que me deixa ser livre.

Agradeço também à professora Adelaide, que contribuiu infinitamente com sua orientação sempre assertiva para a terminação deste trabalho de pesquisa. No caminho que andei até aqui encontrei poucos maestros e a professora Adelaide será sempre um deles. Agradeço a paciência que teve para aguentar as minhas manias perfeccionistas e as minhas inseguranças. Agradeço a guia e a luz nos momentos mais escuros da pesquisa e da vida, porque entregou o seu tempo generosamente e me fez sentir sempre bem-vinda na sua sala e nesse Brasil imenso que me acolheu durante estes 7 anos de caminho.

Às minhas meninas só posso dizer: Gracias! Sofia, Denise, Bruna e Michele não só me acompanharam nas horas eternas de escrita e nos cafés da tarde para descontrair a rotina diária. Me ensinaram que existem amizades que não tem línguas definidas nem fronteiras. Que a vida se constrói com os pequenos momentos e a comemoração dos grandes, e que mesmo quando o caminho da pós parece ser tudo o que fica, há outras muitas coisas que enchem o coração de felicidade. Obrigada por ser música, arte, feminismo e discussões profundas tanto quanto risadas, diversões e glitter de carnaval num sopro de vida no meio das responsabilidades, a rotina e a saudade.

Agradeço ao pessoal do NARA, à colônia colombiana na FSP-USP, à Universidade de São Paulo e a todos aqueles que abriram espaço me brindando experiências que me permitiram crescer e apreender da pesquisa e do mundo, especialmente aos professores Luis Lecha e Susan Cutter cuja guia foi decisiva em momentos de dúvida e insegurança.

E por último agradeço à Jimena que há uma década começou esse caminho. À menina que carregando filtros de água pelas escolinhas de Cundinamarca sonhou em ir pro Brasil para aprender Saúde Pública, à moça que foi trabalhar nos municípios vizinhos a Bogotá e logo à aula de português em Chapinero, a aquela mulher que mesmo sabendo que a saudade seria verdadeira e rotineira, saiu da Colômbia e foi construir um mundo maior para ela...para nós.

“En cuanto al futuro, tu tarea no es preverlo, sino hacerlo posible”

Citadel. *Antoine de Saint Exupéry*.

RESUMO

RONCANCIO D. J., Variabilidade da temperatura do ar diária, vulnerabilidade social e a relação com altas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares na Colômbia. [Tese]. Faculdade de Saúde Pública da USP; 2020.

Introdução-As variações diárias de temperatura têm sido associadas a um risco elevado de mortalidade cardiovascular influenciada por determinantes sociais da saúde. Poucos estudos sobre essa relação foram feitos nos trópicos, onde a variação sazonal de temperatura é pequena e não oferece oportunidades para a adaptação humana às mudanças climáticas, de maneira tão integral quanto as das latitudes médias ou altas. Nesse cenário, a pesquisa sobre variabilidade da temperatura e seus impactos na saúde humana em países tropicais como a Colômbia é muito importante. **Objetivo**-O presente estudo visa analisar a relação da frequências de ocorrência do comportamento simultâneo de temperaturas máximas diárias superiores a 30 ° C e temperaturas mínimas superiores a 20 ° C e a vulnerabilidade social como fatores de risco para mortalidade cardiovascular na população colombiana acima de 60 anos em 1117 municípios. **Métodos**-A vulnerabilidade social foi calculada usando o método Social Vulnerability Index (SoVI®). A análise estatística incluiu, primeiro, uma correlação espacial e análise de clusters para determinar a distribuição e as relações geográficas entre as variáveis e, em seguida, análise de regressão logística para identificar a associação entre as variáveis explicativas e as altas taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares.

Resultados-Os resultados mostraram que os padrões espaciais de variabilidade de temperatura e vulnerabilidade social estão associados aos índices de mortalidade dos desfechos em saúde estudados. Além disso, as variáveis explicativas surgiram como preditores significativos ($p < 0,05$) de mortalidade, com diferenciações estatísticas entre os níveis. Os percentis acima de 79% da alta temperatura (OR = 1.856, IC 95%: 1.258-2.737) apresentaram associação positiva e os níveis de SoVI entre baixa (OR = 0,354, IC 95%: 0,232-0,540) e média (OR = 0,669 IC95%: 0,461-0,970) mostrou associação significativa negativa com as taxas de mortalidade por doenças do aparelho circulatório e doenças isquêmicas do coração. **Conclusão**-Esses resultados mostram que a inclusão de temperatura e vulnerabilidade social é significativa no entendimento das taxas de mortalidade por doenças cardiovasculares.

PALAVRAS CHAVE

Variabilidade climática, Saúde pública, Vulnerabilidade social, Extremos de temperatura, Doenças cardiovasculares.

ABSTRACT

RONCANCIO D.J., Daily temperature variability, social vulnerability and their association with high mortality rates in Colombia. [thesis]. Faculdade de Saúde Pública da USP; 2020.Portuguese

Introduction-Daily temperature variations have been associated with an elevated risk of cardiovascular morbidity and mortality influenced by social determinants of health. Few studies about this relation have been made in the tropics, where the seasonal variation of temperature is small and gives no opportunities for human adaptation to weather changes as roundly as middle or high latitudes. In this scenario, research on temperature variability and its health outcomes in tropical countries such as Colombia is very important. **Objective**-The present study analyzed frequencies of the simultaneous behavior of daily maximum temperatures higher than 30°C and minimum temperatures higher than 20°C, and social vulnerability as risk factors for cardiovascular mortality among the Colombian population over 60 years in 1117 municipalities. **Methods**-Social Vulnerability was calculated using the Social Vulnerability Index (SoVI®) method. The statistical analysis included first, a spatial correlation and cluster analysis to determine the distribution and geographical relationships between variables and then, logistic regression analysis to identify if the explanatory variables fitted the hypothesis of risk determinants for high mortality rates by cardiovascular diseases.

Results-The results showed that spatial patterns of temperature and social vulnerability are associated with those of mortality rates of the health outcomes studied. Also, the explanatory variables arose as significant predictors ($p < 0,05$) of mortality, with statistic differentiations between levels. Percentiles above 75% of high temperature (OR=1,856, 95% CI: 1.258-2.737) showed a positive association, and levels of SoVI between low (OR=0,354, 95% CI: 0.232-0.540) and medium (OR=0,669, 95% CI: 0.461-0.970) showed a negative significant association with mortality rates of diseases of the circulatory system and ischemic heart diseases. **Conclusions**-These results show that the inclusion of temperature and social vulnerability is significant in understanding cardiovascular diseases' mortality rates.

KEYWORDS

Climate variability, Public health, Social vulnerability, Extremes of temperature, cardiovascular diseases

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1. Área de estudo	15
3.2. Método	19
A. Caracterização da variabilidade climática: Estudo do comportamento simultâneo das temperaturas máximas e mínimas diárias.....	22
B. Cálculo do Índice de vulnerabilidade social (SoVI)	23
C. Avaliação de dados de Saúde	23
4. RESULTADOS	24
4.1. Manuscrito 1- APPLICATION OF THE MAX/MIN COMPLEX METHOD IN COLOMBIA: CLASSIFICATION OF THE AIR TEMPERATURE REGIME FOR BIOMETEOROLOGICAL EVALUATION PURPOSES.....	25
4.2. Manuscrito 2- SOCIAL VULNERABILITY IN COLOMBIA	26
4.3. Manuscrito 3- EVALUATION OF TEMPERATURE VARIABILITY AND SOCIAL VULNERABILITY AS RISK FACTORS OF CARDIOVASCULAR MORTALITY AMONG ELDERS IN COLOMBIA.....	27
5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	28
6. REFERENCIAS	31
7. CURRÍCULO LATTES.....	34

TABELA DE FIGURAS

Figure 1. Mapa das regiões naturais da Colômbia. Mostra-se o detalhe das alturas do terreno e os nomes de algumas das características geográficas mais importantes. Fonte: Autora, baseado em mapas realizados por o INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI, 1997 e LLINÁS RIVERA RODOLFO, 2013.	15
Figure 2. Mapa atualizado da classificação climática de Köppen-Geiger, resolução 0,0083° (1 Km no equador). Os subtipos marcados com estrela (*) são os encontrados para o território colombiano. Fonte: BECK et al., (2018)	17
Figure 3. Modelo de vulnerabilidade expandida. Componentes da vulnerabilidade identificado e unidos com fatores além do sistema em estudo e operando em várias escalas. Tomado de TURNER et. Al, (2003).	20
Figure 4. Fluxograma de metodologia de pesquisa.	22

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa apresentada neste documento teve como objetivo principal analisar os riscos à saúde da população colombiana associados com a variabilidade da temperatura do ar e a vulnerabilidade social, com a finalidade de contribuir à discussão sobre a capacidade adaptativa da população nos cenários de variabilidade climática e facilitar insumos para debater estratégia de adaptação às mudanças climáticas no país. A análise de bancos de dados públicos permitiu explorar, pela primeira vez na escala nacional, a relação geográfica e estatística das características climáticas e a vulnerabilidade social com a mortalidade causada por doenças cardiovasculares na população colombiana com mais de 60 anos de idade. Encontrou-se que na Colômbia, os padrões geográficos de áreas com frequências de temperaturas altas (ocorrência simultânea de máximas diárias superiores a 30°C e mínimas diárias superiores a 20°C), e Índices de vulnerabilidade social altos estão fortemente associados com os padrões de distribuição geográfica de mortalidade por doenças do sistema circulatório e doenças isquêmicas do coração. Adicionalmente, a análise estatística mostrou que as variáveis mencionadas são preditores significativos de altas taxas de mortalidade causadas pelos desfechos de saúde estudados.

De maneira geral os resultados da pesquisa mostram que as populações afetadas negativamente dentro dos padrões geográficos e estatísticos encontrados se localizam em lugares distantes dos polos tradicionais de desenvolvimento social e econômico do país em regiões como o norte do Pacífico e o a região do Orinoco, onde a diminuição da capacidade de resposta a eventos naturais como a variabilidade climática aumenta a sua vulnerabilidade. Em outras palavras, a capacidade adaptativa à variabilidade climática da população colombiana está relacionada com o desenvolvimento social e econômico que auxilia a habilidade de tomada de decisão dos indivíduos e famílias para se proteger de possíveis perigos derivados dos fenômenos climáticos. Porém, esta não é uma característica única da população colombiana. A capacidade individual de adaptação é só um dos componentes da capacidade adaptativa. As estratégias de adaptação envolvem também decisões no nível local, regional e global que desde a política pública afetam de maneira positiva ou negativa a competência local e individual para criar estratégias de adaptação. No entanto, este problema envolve visões e necessidades políticas locais e regionais complexas e demandam respostas políticas e éticas resultantes do conhecimento das vulnerabilidades da população e dos perigos aos quais ela está exposta.

Quando são discutidas e negociadas melhoras estratégicas no âmbito da saúde pública, cabe ao setor identificar quais os maiores perigos que o fenômeno coloca sobre a população no nível regional para garantir o desenvolvimento de adaptações que diminuam o risco (MCMICHAEL, 2013). Assim, as estratégias e capacidades adaptativas serão particularmente importantes onde as taxas de doenças preexistentes sejam altas. De tal modo, para afundar na discussão da resposta adaptativa à variabilidade climática da população colombiana e contribuir com as discussões sobre adaptabilidade às mudanças climáticas, é

necessário explorar a visão atual sobre a qual poderão ser feitas projeções e análises futuras, o que motivou a proposta metodológica seguida na pesquisa aqui apresentada.

A literatura científica concorda em afirmar que o aumento na temperatura média pode gerar estresse térmico e resultar em incrementos na mortalidade nos grupos mais sensíveis¹, incrementando assim a mortalidade ao curto prazo devida à insolação (KOVATS; KRISTIE, 2006). Contudo, as temperaturas extremas (máximas e mínimas) diárias, que estão diretamente relacionadas com as temperaturas médias diárias, também podem ter efeitos no aumento da mortalidade. Nas áreas urbanas por exemplo, a diminuição do resfriamento evaporativo associado ao aumento na capacidade de armazenamento de calor e aos fluxos de calor sensível causados pela diminuição na cobertura vegetal, aumenta as temperaturas comparativamente com as áreas rurais vizinhas, produzindo o chamado efeito de ilha de calor que exacerba os efeitos da variabilidade na temperatura naturais nessas áreas. A variabilidade das temperaturas extremas diárias, influencia o incremento ou diminuição da frequência do calor extremo, o que faz da população urbana mais vulnerável aos efeitos das mudanças dos extremos de temperatura, devido ao efeito de ilha de calor (MCMICHAEL et al., 2008).

Dessa forma, o aumento da população urbana em regiões ambiental e socialmente vulneráveis como a América Latina ampliam os riscos de impactos severos na saúde que a variabilidade climática apresenta (COSTELLO et al., 2009; WATTS et al., 2017). Já no ano 2005, as projeções realizadas sugeriam uma tendência no aumento dos extremos de temperatura, particularmente nas latitudes médias do planeta (PATZ et al., 2005). Mas, em relação ao efeito da variabilidade dos extremos de temperatura sobre a mortalidade da população as áreas tropicais têm sido as menos estudadas. Para a América Latina particularmente os estudos realizados no Brasil e no México têm demonstrado que a relação mortalidade-temperatura segue os mesmos padrões que os encontrados em cidades na América do norte e Europa (BURKART et al., 2014; GREEN et al., 2019; LEE et al., 2018). Devido a que as populações mais pobres, já sofrem a maior carga de doenças e mortes associada aos fatores ambientais e à falta de acesso aos serviços de saúde (COSTELLO et al., 2009), o importante vazio no conhecimento da relação temperatura-saúde em cidades e países da América Latina com menor desenvolvimento industrial e renda per-capita do que México e Brasil, tem adiado a discussão e tomada de decisões concretas sobre as estratégias adaptativas da população na região.

¹O risco de efeitos adversos associados com calor podem atingir toda a população (KOVATS; KRISTIE, 2006). No entanto, alguns estudos tem identificado fatores sociais importantes que incrementam o risco de morte durante as ondas de calor tais como o isolamento social, falta de ar condicionado e moradias em andares altos (EM et al., 1982). A faixa etária de idosos também se coloca como um dos segmentos da população com alto risco de morte associada com calor devido a uma variedade de condições fisiológicas. Isto é, as altas temperaturas podem aumentar a viscosidade do sangue, aumentando o risco de trombozes, doenças coronárias e disfunções do sistema nervoso central que em pessoas idosas é maior devido a outras condições como comprometimento da função renal e de termorregulação (FLYNN; MCGREEVY; MULKERRIN, 2005).

A partir dessa perspectiva, a pesquisa apresentada no documento a seguir, centrou os seus esforços na exploração da relação mortalidade-determinantes sociais de vulnerabilidade-temperatura, por ser uma relação central que tem sido pouco explorada no contexto da população colombiana. Como a vulnerabilidade já presente se manifesta de três maneiras principais: exposição, sensibilidade e baixa capacidade adaptativa (SMIT; WANDEL, 2006), o pressuposto da pesquisa apresentada assume que os efeitos diretos da mudança nos padrões do tempo e outros aspectos relacionados com as mudanças dos padrões climáticos estão afetando a saúde da população colombiana porque tocam diretamente as condições climáticas locais prevalentes às quais está fisiológica, cultural e tecnologicamente adaptada, atuando assim como multiplicadores de problemas de saúde já existentes (COSTELLO et al., 2009; MCMICHAEL; WILCOX, 2009; MCMICHAEL; WOODRUFF; HALES, 2006).

Em virtude disso, a pesquisa foi planejada em 3 fases principais:

1. A classificação climática do território colombiano usando uma análise de frequência do comportamento simultâneo dos extremos diários de temperatura para conhecer as condições de temperatura as quais a população está adaptada.
2. Cálculo do índice de vulnerabilidade Social aos desastres naturais, para conhecer a capacidade de resposta da população baseada nas suas características socioeconômicas e;
3. Investigação da associação entre a mortalidade causada por doenças cardiovasculares na população mais vulnerável (idosos), e variáveis anteriormente estudadas: frequência de extremos diários de temperatura e índice de vulnerabilidade social aos desastres naturais.

Uma descrição detalhada dos métodos seguidos em cada uma das fases da pesquisa pode ser encontrada no item 3. Adicionalmente, o mesmo item apresentam as características gerais do país, sua localização e as características geográficas, climáticas e da população. No item 4 são apresentados os artigos que descrevem com detalhe os resultados de cada uma das fases da pesquisa e as análises que levaram à discussão e conclusões finais apresentadas nos itens 5 e 6 respectivamente.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar os riscos à saúde humana associados com a variabilidade diária da temperatura do ar extrema na Colômbia e à vulnerabilidade social a fim de contribuir à discussão sobre a capacidade adaptativa da população nos cenários de variabilidade climática e subsidiar o debate sobre estratégias de adaptação às mudanças climáticas no país.

Objetivos específicos

Quantificar a variabilidade das temperaturas do ar extremas no território colombiano para definir os intervalos de bem estar e de estresse térmico da população residente em diferentes regiões do país e estações do ano.

Analisar a vulnerabilidade social da população, em especial no que se relaciona às características socioeconômicas relacionadas ao impacto dos desastres naturais à saúde e à capacidade de adaptação aos eventos extremos.

Analisar os impactos na saúde associados ao estresse térmico (extremos de variabilidade da temperatura do ar) a partir da análise dos padrões de mortalidade por doenças cardiovasculares por municípios da Colômbia.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

A Colômbia está localizada no extremo noroeste da América do Sul, entre os 4°13' de latitude sul e os 17°50' de latitude norte e entre os 66°50' e os 84°46' de longitude oeste, incluindo os seus territórios marinhos (PEREZ PRECIADO, 1989). O território continental limita com Venezuela, Brasil, Equador, Peru e Panamá e o território marítimo limita com Venezuela, Haiti, República Dominicana, Jamaica, Ilhas Cayman, Nicarágua, Costa Rica, Panamá e Equador como é evidenciado na Figura 1. A superfície total do país é de 2.070.408 km², dos quais 1.141.748 km² correspondem às áreas continentais e insulares e 928.660 km² aos territórios marinhos. Destes últimos, 339.500 km² são no oceano pacífico e 589,160 km² no Mar do Caribe. O território continental é formado em 33% por montanhas e 67% por planícies baixas.

Figure 1. Mapa das regiões naturais da Colômbia. Mostra-se o detalhe das alturas do terreno e os nomes de algumas das características geográficas mais importantes. Fonte: Autora, baseado em mapas realizados por o INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI, 1997 e LLINÁS RIVERA RODOLFO, 2013.

Como mostrado na Figura 1, as formas gerais do terreno permitem estabelecer uma primeira grande diferença entre a zona montanhosa da cordilheira dos Andes ao centro-ocidente do país (Região Andina) e as grandes planícies.

Entre as planícies, usualmente se diferencia a região da Amazônia úmida (Região da Amazônia), região do Orinoco, uma planície aberta e de savana (Região Orinoco). Segue em tamanho a planície do Caribe no norte do país (Região Caribe), e em seguida a planície do Pacífico, uma franja estreita de terras baixas localizadas entre a cordilheira ocidental e o oceano pacífico (Região do Pacífico). O clima das planícies Colombianas é quente e de umidade variável que depende das condições particulares do território. A planície do Pacífico é muito úmida e pluvial enquanto a Amazônia varia de úmida a sub-úmida na zona do rio Orinoco, sub-úmida a seca e localmente semiárida na região do Caribe (PEREZ PRECIADO, 1989). A área montanhosa ocupa a maior parte do ocidente do país que corresponde à cordilheira dos Andes com seus três ramos e duas planícies Interandinas. Existem também serras isoladas como a Serra Nevada de Santa Marta (no norte do país) e a Serra da Macarena, imediatamente ao oriente dos Andes (Fig 1). A principal característica do clima nessa área do território é a variação da temperatura e da precipitação que acontece com a altitude, o que dá origem a sete (7) “pisos bioclimáticos”: Sub-equatorial (0-1100 m), sub-andino (1000-2300 m), Andino (2300-3300 m), Altoandino (3300-3650 m), Páramos (3650-4500 m) e ‘neves permanentes’ (acima dos 4500 m).

Segundo os novos mapas da classificação climática de Köppen-Geiger realizados por BECK et al., (2018) e corrigidos para agregar características topográficas do terreno em grande escala (resolução de 1Km no equador terrestre), a Colômbia possui quatro classes de clima no seu território cuja distribuição é mostrada na Figura 2. Os climas tropicais (A) na Colômbia existem com os subtipos floresta (f), monção (m) e savana (w). Em geral os biomas tropicais no território estão distribuídos nas planícies da região do Pacífico, Amazônia e Caribe. Os climas áridos (B) com os subtipos deserto (W) e estepe (S) estão localizados no extremo norte do país, na região norte do Caribe (Figura 2). Todos os subtipos de este clima encontrados no país são definidos como quentes, isto é, regiões com temperaturas médias anuais superiores os 18°C.

Os climas temperados (C) da sua parte, possuem subtipos caracterizados por verões secos (s), invernos secos (w) ou ausência de estação seca (f). A condição seca é definida na classificação de maneira diferente para o inverno e o verão. Os invernos secos são definidos como aqueles onde a precipitação do mês mais seco do inverno é menor do que uma décima parte da precipitação do mês mais úmido do verão. Da mesma forma, os verões secos são definidos como aqueles onde a precipitação do mês mais seco do verão é menor que 40 mm e menor que a terceira parte da precipitação do mês mais úmido do inverno. Em todos os casos os climas temperados colombianos estão caracterizados por verões quentes (b). Em outras palavras, quatro meses ou mais de temperaturas superiores a 10°C e temperaturas máximas inferiores a 22°C nos meses mais quentes do ano. Na classificação de BECK et al.,

(2018), verão e inverno são definidos como os seis meses mais quentes e frios entre Abril-Setembro e Outubro-Março, respectivamente. No caso dos climas polares (E), na Colômbia, se encontram com maior frequência na cadeia central dos Andes onde se as altitudes da cordilheira são maiores.

Figure 2. Mapa atualizado da classificação climática de Köppen-Geiger, resolução 0,0083° (1 Km no equador). Os subtipos marcados com estrela (*) são os encontrados para o território colombiano. Fonte: BECK et al., (2018)

Como a delimitação das regiões naturais da Colômbia não obedece a uma divisão administrativa do território, existem várias propostas metodológicas que visam demarcar as áreas geográficas consideradas para cada uma das regiões. A definição adotada para a pesquisa aqui apresentada obedece ao critério de bacia hidrográfica proposto pela Sociedade Colombiana de geografia. Nos casos em que as divisórias propostas cortam os territórios municipais, considerou-se a região natural na qual está a maior parte da área do município de acordo com o calculado por LLINÁS RIVERA RODOLFO, (2013). Com o uso desta metodologia, as regiões naturais são geograficamente delimitadas como apresentado no quadro 1.

Quadro 1. Regiões naturais, localização e características gerais (todos os dados pertencem ao censo 2005).

AMAZÔNIA	CARIBE	PACÍFICO	ORINOCO	ANDES
Número de habitantes por município.

<div> <div>Excluidos</div> <div>70.001 - 200.000</div> <div>1'000.001 - 2'250.000</div> <div><70.000</div> <div>200.001 - 1'000.000</div> <div>2'250.001 - 7'000.000</div> </div>				
64 municípios	268 municípios	91 municípios	142 municípios	662 municípios
$\bar{x}$ pop. Afrocolombiana				
1%	13%	37%	2%	4%
$\bar{x}$ pop. Indígena				
28%	6%	10%	3%	3%
$\bar{x}$ Índice de pobreza multidimensional				
83%	79%	81%	68%	63%

3.2. Método

O conceito de vulnerabilidade aos eventos climáticos tem sido amplamente discutido, em especial no contexto de sustentabilidade e das mudanças climáticas. A sua definição tem sido relacionada com a magnitude do dano potencial causado sobre o sistema social por um evento climático particular ou um perigo (BROOKS, 2003) ou com o estado que existe dentro do sistema antes de ser atingido por um evento que represente perigo (ALLEN, 2003).

Em 2001 o *Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas* (IPCC sigla em inglês) propôs uma definição mais abrangente, definindo a vulnerabilidade como a propensão que os sistemas humanos e ecológicos têm de sofrer prejuízo e a sua habilidade de responder aos estresses impostos como resultado dos efeitos das mudanças no clima (AHMAD et al., 2001). No entanto, esta definição é insuficiente para entender o impacto e as respostas do sistema afetado e o dos seus componentes porque foca a pesquisa só no efeito do perigo como função da exposição e na sensibilidade do sistema (modelo *risk-hazard*) ou define o risco unicamente em função do perigo e a vulnerabilidade do sistema avaliado (modelo *pressure and release*), excluindo as sinergias do sistema humano-ambiente e suas complexidades ao omitir as formas de convivência intrincadas nos direitos humanos e civis, a diversidade nos mecanismos humanos para enfrentar crises e a resiliência. (TURNER et al., 2003).

Assim sendo, neste estudo, foi considerado que o conceito de vulnerabilidade deve trazer elementos da visão de sustentabilidade para ampliar e redirecionar o foco da análise na atenção às complexidades do sistema humano-ambiente. Para TURNER et al. (2003), tanto a vulnerabilidade quanto a sustentabilidade de um sistema complexo, estão definidas pela consideração da sinergia entre os subsistemas humano e ambiente que são afetados pelos processos e dinâmicas que sobre eles operam em diferentes escalas de espaço e tempo. O marco de vulnerabilidade expandida desenvolvido pelos mesmos autores fornece uma arquitetura base sobre a qual uma ampla variedade de componentes e acoplamentos de variáveis próprias do lugar estudado e elementos externos são levados em conta. Este enfoque complementa a complexidade da avaliação objeto da pesquisa apresentada neste documento.

A arquitetura geral do marco de vulnerabilidade expandida poder ser observada na Figura 3 e consiste em três classes de componentes e associações que compreendem a vulnerabilidade dos sistemas acoplados (humano-ambiente) aos perigos estudados.

- i) Vínculos às condições e processos humanos e biofísicos mais abrangentes que operam dentro do sistema humano-ambiente (escala mundial ou regional) que está sendo estudado.
- ii) Perturbações e estressores que emergem desde as condições e processos identificados. (Mudanças nas condições ambientais ou humanas)
- iii) O sistema humano-ambiente de interesse no qual a vulnerabilidade será avaliada, incluindo exposições e respostas.

O marco busca fazer uma análise ‘simples’ da vulnerabilidade, porém, permite a inclusão do caráter sistêmico e complexo do problema. Os componentes acima listados interagem entre si e dependem da escala estudada de tal maneira que a análise se vê afetada pelo modo no qual o sistema humano-ambiente é delimitado para o estudo.

Figure 3. Modelo de vulnerabilidade expandida. Componentes da vulnerabilidade identificado e unidos com fatores além do sistema em estudo e operando em várias escalas. Tomado de TURNER et. Al, (2003).

O sistema humano-ambiente a ser avaliado, que constitui o lugar de análise, está representado na Figura 3 como a área azul. Os perigos que alcançam ao sistema em questão chegam trazidos por influencias externas e internas do sistemas ou lugar, mas, devido à sua complexidade e possíveis relações não lineares são específicos do sistema humano-ambiente assentado no lugar avaliado. Por essa razão na Figura 3, os perigos estão localizados dentro e fora da área de estudo (azul). Estes perigos têm o potencial de afetar o sistema humano-ambiente de maneira tal que também mudam o habilidade do sistema de experimentar as perturbações. Isto é, as condições do sistema determinam sua sensibilidade a qualquer

conjunto de perigos. Estas condições incluem o capital humano e ambiental que influencia os mecanismos de resposta atuais e os mecanismos de resposta que serão ajustados e criados depois de experimentar esses perigos. Na prática, isto envolve a combinação de diversas causas de vulnerabilidade específica do território estudado e, portanto, a avaliação de fatores que atuam como causas genéricas da vulnerabilidade mas que definem as capacidades de adaptação mais relevantes fazendo o diferencial de um lugar para o outro (SMITH et al., 2014).

De tal modo, o marco geral da avaliação de vulnerabilidade proposta neste documento para a avaliação da vulnerabilidade da população colombiana à variabilidade de temperatura, considera como guia principal uma lista de causas de vulnerabilidade estimadas como relevantes na análise de mudanças climáticas e saúde pública proposta por SMITH et al. (2014), que focam de maneira prática o modelo desenvolvido por TURNER et al., (2003) dentro da realidade colombiana, sendo elas:

- a. **Causas Geográficas:** As causas geográficas são definidas pelas características climáticas do territórios avaliado. Está ligada à capacidade da população de se adaptar ao regime climático local, afetar a tolerância térmica e impactar a saúde e os modos de vida das pessoas. No modelo da pesquisa apresentada, refere-se às particularidades do regime climático do país, caracterizado sobre a base do comportamento simultâneo das temperaturas extremas diárias (máxima e mínima).
- b. **Estado atual da saúde:** O risco de morte ou doença severa causada por doenças crônicas como as doenças isquêmicas do coração, pode aumentar em associação com temperaturas do ar altas (MARTIELLO; GIACCHI, 2010; QIU et al., 2013). No caso da avaliação objeto da presente pesquisa, foi levada em conta a mortalidade por doenças cardiovasculares que estão documentadas como doenças diretamente afetadas pelo estresse térmico e são a primeira causa de mortalidade na Colômbia (CHAPARRO-NARVÁEZ et al., 2015; GONZÁLEZ et al., 2012).
- c. **Características sociais e socioeconômicas:** As regiões e países mais pobres são geralmente mais susceptíveis aos danos causados por os extremos climáticos e a variabilidade climática, devido à baixa capacidade adaptativa. A presença de crianças e idosos incrementa a vulnerabilidade por serem grupos populacionais mais suscetíveis. Por exemplo, os idosos tem risco maior durante as tormentas, inundações, ondas de calor e outros eventos extremos em parte porque a sua capacidade de resposta é menor comparada com a dos adultos jovens e, conseqüentemente, possuem maiores dificuldade para evitar situações perigosas (LOWE; EBI; FORSBERG, 2013).

Levando em conta o anteriormente mencionado, a pesquisa foi desenvolvida em 3 fases, como apresentado na Figura 4.

Figure 4. Fluxograma de metodologia de pesquisa.

A. Caracterização da variabilidade climática: Estudo do comportamento simultâneo das temperaturas máximas e mínimas diárias.

Na primeira fase foi realizada a caracterização da variabilidade das temperaturas do ar extremas com propósitos biometeorológicos, identificando os tipos na classificação climática do território Colombiano. Isto é, uma análise do comportamento simultâneo das temperaturas máximas e mínimas diárias para conhecer onde a população sofre exposição aos extremos da variabilidade climática local nas diferentes zonas naturais do território colombiano e durante as diferentes estações do ano. A avaliação foi realizada seguindo o método de LECHA; FLORIDO (1989), desenvolvido para a identificação dos tipos da classificação climática para os trópicos úmidos.

Para o desenvolvimento foram usadas séries de dados de 5 anos das temperaturas máximas e mínimas diárias de 171 estações selecionadas dentro das mais de 1000 estações climáticas ativas distribuídas pelo território colombiano cuja informação é disponibilizada pelo IDEAM-Colômbia (Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais).

A seleção do número e localização das estações foi realizado levando em conta critérios de inclusão como percentagem de dados faltantes e distribuição geográfica das estações. Para completar dados, foram definidos níveis de vizinhança levando em conta a localização geográfica, altitude e a semelhança no comportamento da série de dados avaliada mediante

análise de correlação ($p < 0,05$). A análise da classificação climática seguiu o processo descrito no artigo original, sendo que as adaptações realizadas para o território colombiano foram descritas com maior detalhe no manuscrito 1, do capítulo 4 do presente documento.

B. Cálculo do Índice de vulnerabilidade social (SoVI)

Reconhecendo que não só a proporção de pessoas residentes que representa as categorias usadas como variáveis são essenciais, senão como essas características interagem para produzir vulnerabilidade das populações, CUTTER; BORUFF; SHIRLEY (2003) desenvolveram um método de análise de vulnerabilidade social aos desastres naturais que leva em conta essa natureza transversal das dimensões sociais da vulnerabilidade das populações. Este índice composto usa dados de disponíveis pelos censos demográficos para calcular um índice de vulnerabilidade segundo as características locais de acordo com a escala de análise. A metodologia já foi aplicada com sucesso para a Noruega, a área central de Portugal, Tóquio e mais recentemente para a China (ZHOU et al., 2014), Brasil (DE LOYOLA HUMMELL; CUTTER; EMRICH, 2016) e a cidade de São Paulo (RONCANCIO, NARDOCCI, 2016).

O cálculo do índice está baseado no processo estatístico de análise de componentes principais (PCA). Usando este método condensa-se um grupo grande de variáveis em um conjunto de poucos componentes multidimensionais conservando assim a natureza multidimensional da vulnerabilidade. Para o caso colombiano foi realizado o levantamento dos dados do último censo realizado na Colômbia e disponibilizado pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatística (DANE) do ano 2005. Foram selecionadas 34 variáveis relacionadas com as métricas estabelecidas no método de cálculo do índice original de CUTTER; BORUFF; SHIRLEY (2003). As variáveis incluíram Todas as variáveis consideradas bem como os princípios conceituais para a adaptação do índice para o contexto colombiano, assim como os processos para o cálculo do índice final são descritos em detalhes no manuscrito 2 do capítulo 4.

C. Avaliação de dados de Saúde

Para realizar a análise dos dados de saúde, foram utilizados dados do *Sistema Integral de Información de la protección Social* (SISPRO), do ministérios da Saúde e da Proteção Social da Colômbia. Foram obtidos os dados de mortalidade dos diagnósticos para doenças cardiovasculares no nível municipal entre 2010 e 2015. Para o cálculo das taxas de mortalidade, foram utilizados dados de projeções de população realizadas pelo Departamento Administrativo Nacional de Estatística da Colômbia (DANE, 2006) para o mesmo período de tempo.

Os procedimentos para o cálculo das taxas, a escolha final dos diagnósticos e faixas etárias analisadas, são descritos no manuscrito 3 do capítulo 4 (resultados).

4. RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir estão divididos em 3 seções as quais se relacionam diretamente com os objetivos específicos propostos para a pesquisa. As seções representam manuscritos preparados e submetidos para publicação em revistas científicas.

Devido a questões de direitos de autor, os manuscritos apresentados nessa seção não serão disponibilizados ao público. No entanto, os dados de ORCID Id da autora principal estão disponíveis e esta poderá ser contatada para maiores informações.

4.1.Manuscrito 1- APPLICATION OF THE MAX/MIN COMPLEX METHOD IN COLOMBIA: CLASSIFICATION OF THE AIR TEMPERATURE REGIME FOR BIOMETEOROLOGICAL EVALUATION PURPOSES.

Roncancio, D. J¹, Lecha, L²., Nardocci, A.C¹

1. Department of Environmental Health, School of Public Health, University of São Paulo.

2. Center of Environmental Research and Services of Villa Clara. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Correspondent author: D.J Roncancio.

ORCID Id: 0000-0002-2559-3776.

Manuscrito enviado ao **International Journal of Biometeorology**. Revisado e reenviado para segunda revisão pelos pares avaliadores.

4.2.Manuscrito 2- SOCIAL VULNERABILITY IN COLOMBIA

Roncancio D.J.¹, Cutter Susan², Nardocci A.C.¹

1. Department of Environmental Health, School of Public Health, University of São Paulo.

2. Hazards and Vulnerability Research Institute. Department of Geography, University of South Carolina.

Correspondent author: D.J Roncancio.

ORCID Id: 0000-0002-2559-3776.

Manuscrito submetido ao International Journal of Disaster Risk Reduction

4.3. Manuscrito 3- EVALUATION OF TEMPERATURE VARIABILITY AND SOCIAL VULNERABILITY AS RISK FACTORS OF CARDIOVASCULAR MORTALITY AMONG ELDERS IN COLOMBIA.

Roncancio D.J.¹, Nardocci A.C¹.

1. Department of Environmental Health, School of Public Health, University of São Paulo.

Correspondent author: D.J Roncancio.

ORCID Id: 0000-0002-2559-3776.

Manuscrito ainda não submetido à publicação.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados mostram que a relação entre vulnerabilidade social-temperatura-mortalidade existe para a população colombiana avaliada (com mais de 60 anos de idade). Embora o resultado da análise de regressão não permitiu identificar com um maior grau de certeza as áreas onde a relação estatística das variáveis é mais forte, as análises geoestatísticas e a identificação de cluster permitiram identificar regiões do país onde estas relações incrementam em significância; como os municípios do ‘Paisaje cafeteiro Colombiano’ ou regiões mais afastadas do centro do país como o extremo oriental na região do Orinoco (Vichada) próximo da fronteira com Venezuela, e as áreas do Norte do Pacífico (Chocó). Análises mais robustas seriam necessárias para afirmar com maior certeza quais as áreas prioritárias para o delineamento de estratégias de adaptação à variabilidade de temperatura e à redução das taxas de mortalidade associadas a essa variabilidade. Ainda assim, os resultados mostram que a exploração da relação entre as variáveis que representam a vulnerabilidade social e variabilidade da temperatura como fatores de risco para mortalidade por doenças cardiovasculares, é uma ferramenta valiosa para a discussão da capacidade adaptativa à variabilidade climática e as mudanças climáticas no país, pois examina o território como uma unidade ampla na que é possível regionalizar a incidência do perigo analisado frente os fatores determinantes da saúde.

De acordo com os pressupostos do modelo de vulnerabilidade expandida, a observação do desfecho de saúde na escala de menor detalhe, permite apreciar as diferenças existentes entre regiões e caracterizar o risco a partir de uma perspectiva ampla no nível geográfico do país, mas sem deixar de lado a escala de maior detalhe, permitindo que sejam observadas diferenças mais concretas das causas do desfecho em nível regional e local. No caso da vulnerabilidade social, por exemplo, a observação do índice para o país inteiro, permitiu a identificação de regiões historicamente subdesenvolvidas e os fatores diferenciadores da vulnerabilidade entre os municípios com maiores e menores vulnerabilidades encontradas. Adicionalmente, a identificação dos fatores explicativos da vulnerabilidade social permite compreender porque a luta pela posse da terra é, ainda hoje, um dos maiores problemas sociais da Colômbia que contribuem com as alta vulnerabilidade social dos municípios pequenos e afastados dos centros tradicionais de desenvolvimento e ainda, como os processos internos e externos das regiões com estas problemáticas (como a migração interna devida ao conflito), retroalimenta os ciclos de pobreza e iniquidade que fazem das regiões afastadas do país, as mais vulneráveis a desastres naturais.

A regionalização do regime de temperatura de acordo com o comportamento simultâneo dos extremos de temperatura diária também permitiu a observação de sinergias entre os desfechos avaliados e as condições sociais do território colombiano. Embora seja uma boa ferramenta para a observação dos regimes climáticos predominantes no país, a avaliação da classificação climática em si não representa uma ferramenta de análise biometeorológica propriamente dita porque não caracteriza de maneira específica modelos de balanço de calor ou outras

características biometeorológicas de microescala. Além disso, a metodologia utilizada não leva em conta a humidade como parâmetro meteorológico de classificação climática, uma variável que tem sido relacionada com aumento de doenças cardiovasculares em outros estudos similares (BARRECA, 2012; DAVIS; MCGREGOR; ENFIELD, 2016). Porém, quando observada dentro do conjunto de componentes da vulnerabilidade expandida estudada na pesquisa já apresentada, a classificação climática, que leva em conta o comportamento da temperatura diária, responde à caracterização de um risco maior de mortalidade por doenças do sistema circulatório e doenças isquêmicas do coração do que outro métodos que levam em conta temperaturas médias mensais.

Nos resultados apresentados, essa afirmação se evidencia na relação estatística positiva encontrada entre as maiores frequências de ocorrência da categoria climática '*Hot days*' e as maiores taxas de mortalidade (percentil 75+) dos desfechos de saúde avaliados, em contraste com a relação negativa das menores vulnerabilidades com os mesmos desfechos quando a frequência de ocorrência do regime climático '*Hot days*' está presente. Isto é, dentro do território colombiano, os dados analisados mostram que uma vulnerabilidade social baixa é um fator de proteção contra a mortalidade alta por doenças cardiovasculares quando o fator de risco temperatura alta (categoria térmica *hot days*) está presente. Este resultado condiz com outras análises realizadas para territórios específicos do país, como já foi discutido na seção de discussão do manuscrito 3 apresentado anteriormente.

Em conclusão, é possível afirmar que os resultados contribuem com o campo da biometeorologia colombiana desde uma abordagem nova da escala de análise para enxergar o território colombiano como uma unidade única que possibilita a regionalização das sinergias entre os desfechos de saúde e os preditores analisados. Esta análise abrangente em termos de escala e variáveis inclusas abre as portas para novas discussões sobre a priorização dos recursos para o desenvolvimento social e econômico necessários para as regiões afastadas fazer frente aos perigos climáticos, em especial relacionados com a variabilidade de temperatura e, também sobre as iniquidades socioeconômicas da população que as diferenciam quanto a capacidade de respostas frente esses perigos. Além disso, os resultados abrem as possibilidades para avaliações biometeorológicas mais específicas nos territórios identificados como social e epidemiologicamente vulneráveis, toda vez que flexibilizam o uso de ferramentas de análise como as projeções climáticas e os estudos de ilhas de calor de áreas específicas, para a identificação de territórios com populações em alto risco devido às mudanças climáticas.

Outras contribuições realizadas durante o percurso do desenvolvimento da pesquisa podem ser propostas em 2 temas gerais: Ferramentas metodológicas de análise utilizadas e contribuição às políticas públicas em saúde pública.

A. Ferramentas metodológicas de análise:

A análise do comportamento simultâneo dos extremos de temperatura e a análise de vulnerabilidade social mediante o uso do Social Vulnerability Index, foram aplicados pela primeira vez no território colombiano com resultados relevantes como demonstrado nessa pesquisa. Ambos métodos apresentaram resultados acurados em escala nacional, de um território caracterizado pela sua diversidade geográfica, cultural e socioeconômica.

Embora esses métodos foram originalmente propostos para contextos diferentes, a sua adaptação ao contexto colombiano não representou uma limitação durante o processo de aplicação. Pelo contrário, o processo de adaptação em si foi uma oportunidade a mais para aprofundar o conhecimento do território e obter conclusões mais apropriadas para o contexto de aplicação.

Reconhecendo as limitações já descritas dos bancos de dados utilizados, conclui-se que as informações fornecidas pelos órgãos públicos colombianos possuem a qualidade suficiente para realizar pesquisa de impacto. No entanto, existem oportunidades para o melhoramento na alimentação dos bancos para as áreas rurais e afastadas dos polos urbanos de desenvolvimento.

B. Contribuições à política pública em saúde pública

As particularidades regionais encontradas na relação temperatura, vulnerabilidade social e saúde são suficientes para fortalecer a incipiente discussão sobre a importância que essa relação tem no âmbito da saúde pública na Colômbia, uma vez que evidenciam a necessidade de políticas públicas específicas de atenção as populações mais vulnerável e e residentes nas regiões mais pobres.

A estrutura utilizada nessa pesquisa e as contribuições realizadas mostram que em um contexto social complexo como o observado na Colômbia, as políticas públicas em saúde e adaptação às mudanças climáticas devem estar conectadas às políticas de desenvolvimento social. Os processos históricos de violência vivenciados no país obrigam à reconstrução do tecido social desde a sua base, isto é, resgatando das sinergias entre política pública e contexto local, desde a perspectiva local, regional e nacional.

6. REFERENCIAS

(DANE), D. ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. **Censo general 2005**. Bogotá, Colombia: Departamento Administrativo nacional de Estadística, 2006.

AHMAD, Q. K. et al. **Summary for Policymakers. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. 1er. ed. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2001.

ALLEN, K. Vulnerability reduction and the community-based approach. En: PELLING, M. (Ed.). **Natural Disasters and Development in a Globalising World**. New York: Routledge, 2003. p. 170–184.

BARRECA, A. I. Climate change, humidity, and mortality in the United States. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 63, n. 1, p. 19–34, 2012.

BECK, H. E. et al. Present and future köppen-geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 30 oct. 2018.

BROOKS, N. **A conceptual framework Vulnerability , risk and adaptation : A conceptual framework**. Disponível em: <<http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp38.pdf>>. Acesso em: 30 ene. 2017.

BURKART, K. et al. The effects of season and meteorology on human mortality in tropical climates: A systematic review. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 108, n. 7, p. 393–401, 2014.

CHAPARRO-NARVÁEZ, P. E. et al. Mortality Due To Cardiovascular Disease In Colombia, 1998-2011. **Value in Health**, v. 18, n. 7, p. A832, 1 nov. 2015.

COSTELLO, A. et al. Managing the health effects of climate change. Lancet and University College London Institute for Global Health Commission. **The Lancet**, v. 373, n. 9676, p. 1693–1733, 2009.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, p. 242–261, 2003.

DAVIS, R. E.; MCGREGOR, G. R.; ENFIELD, K. B. Humidity: A review and primer on atmospheric moisture and human health. **Environmental Research**, v. 144, p. 106–116, 2016.

DE LOYOLA HUMMELL, B. M.; CUTTER, S. L.; EMRICH, C. T. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 7, n. 2, p. 111–122, 2016.

EM, K. et al. Risk factors for heatstroke: A case-control study. **JAMA**, v. 247, n. 24, p. 3332–3336, 25 jun. 1982.

FLYNN, A.; MCGREEVY, C.; MULKERRIN, E. C. Why do older patients die in a heatwave? **QJM - Monthly Journal of the Association of Physicians**, v. 98, n. 3, p. 227–

229, 2005.

GONZÁLEZ, M. A. et al. Factores de riesgo cardiovascular y de enfermedades crónicas en población caficultora Risk factors for cardiovascular and chronic diseases in a coffee-growing population. **Revista de Salud Pública**, v. 14, n. 3, p. 390–403, 2012.

GREEN, H. et al. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. **Environmental Research**, v. 171, n. September 2018, p. 80–91, 2019.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTIN CODAZZI. **Regiones naturales de Colombia** Bogotá IGAC, , 1997.

KOVATS, R. S.; KRISTIE, L. E. Heatwaves and public health in Europe. **European Journal of Public Health**, v. 16, n. 6, p. 592–599, 2006.

LECHA, L.; FLORIDO, A. **Principales características climáticas del régimen térmico del archipiélago cubano**. La Habana: Ed. Academia, 1989.

LEE, W. et al. Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: A multi-country study. **Environment International**, v. 110, n. July 2017, p. 123–130, 2018.

LLINÁS RIVERA RODOLFO. **Delimitación de las regiones naturales de Colombia**. Bogotá, Colombia: Sociedad Geográfica de Colombia, 2013.

LOWE, D.; EBI, K. L.; FORSBERG, B. Factors increasing vulnerability to health effects before, during and after floods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 10, n. 12, p. 7015–7067, 2013.

MARTIELLO, M. A.; GIACCHI, M. V. Review Article: High temperatures and health outcomes: A review of the literature. **Scandinavian Journal of Public Health**, v. 38, n. 8, p. 826–837, 2010.

MCMICHAEL, A. J. et al. International study of temperature, heat and urban mortality: The “ISOTHURM” project. **International Journal of Epidemiology**, v. 37, n. 5, p. 1121–1131, 2008.

MCMICHAEL, A. J. Globalization, Climate Change, and Human Health. **New England Journal of Medicine**, v. 368, n. 14, p. 1335–1343, 2013.

MCMICHAEL, A. J.; WILCOX, B. A. Climate change, human health, and integrative research: A transformative imperative. **EcoHealth**, v. 6, n. 2, p. 163–164, 2009.

MCMICHAEL, A. J.; WOODRUFF, R. E.; HALES, S. Climate change and human health: Present and future risks. **Lancet**, v. 367, n. 9513, p. 859–869, 2006.

PATZ, J. A. et al. Impact of regional climate change on human health. **Nature**, v. 438, n. 7066, p. 310–317, 2005.

PEREZ PRECIADO, A. **Atlas y Geografía de Colombia**. Bogotá: Lectores, Circulo de, 1989.

QIU, H. et al. Is greater temperature change within a day associated with increased emergency hospital admissions for heart failure? **Circulation: Heart Failure**, v. 6, n. 5, p. 930–935, 2013.

RONCANCIO, D. J.; NARDOCCI, A. C. Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil. **Natural Hazards**, v. 84, n. 2, p. 1367–1383, 4 nov. 2016.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 282–292, ago. 2006.

SMITH, K. R. et al. Human Health: Impacts, Adaptation, and Co-Benefits. En: FIELD, C. B. et al. (Eds.). . **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2014. p. 709–754.

TURNER, B. L. et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 14, p. 8074–9, 8 jul. 2003.

WATTS, N. et al. **The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change**The Lancet, 2017.

ZHOU, Y. et al. Local Spacial and Temporal Factors Influencing Population and Societal Vulnerability to Natural Disasters. **Risk Analysis**, v. 34, n. 4, p. 614–639, 2014.

7. CURRÍCULO LATTES

Adelaide Cassia Nardocci

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7211771211059721>

ID Lattes: **7211771211059721**

Última atualização do currículo em 25/11/2019

Sou Bacharel em Física pela Universidade Estadual de Londrina (1987), mestre em Engenharia Nuclear pela Coordenação dos Programas de Pós Graduação Em Engenharia (COPPE/UFRJ) (1990) e doutora em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo (1999). Tenho pós-doutorado pela Universidade de Bologna (2008) e Livre-docência pela USP (2010). Sou professora associada do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Minha atividade de pesquisa atual tem ênfase em métodos quantitativos de avaliação de exposição e riscos associados a exposição ambiental a agentes químicos e microbiológicos; vigilância em saúde ambiental de água de abastecimento público, análise espacial de dados de saúde e ambiente. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome	Adelaide Cassia Nardocci
Nome em citações bibliográficas	NARDOCCI, A. C.; NARDOCCI, ADELAIDE CÁSSIA; NARDOCCI, ADELAIDE CÁSSIA; NARDOCCI, ADELAIDE C.; NARDOCCI, A.C.; NARDOCCI, ADELAIDE
Lattes iD	http://lattes.cnpq.br/7211771211059721
Orcid iD	https://orcid.org/0000-0002-0961-4725

Endereço

Endereço Profissional	Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública. AVENIDA DR ARNALDO, 715 CERQUEIRA CESAR 01246904 - São Paulo, SP - Brasil Telefone: (11) 30617887 Fax: (11) 30617732 URL da Homepage: www.fsp.usp.br
------------------------------	---

Formação acadêmica/titulação

1995 - 1999	Doutorado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6). Universidade de São Paulo, USP, Brasil. Título: Risco Carlos Celso do Amaral e Silva. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, Brasil. Palavras-chave: avaliação de riscos; gestão ambiental; gerenciamento de riscos; saúde ambiental. Grande área: Ciências da Saúde Mestrado em Engenharia Nuclear. Coordenação dos Programas de Pós Graduação Em Engenharia, COPPE/UFRJ, Brasil. Título: Desenvolvimento de um sistema de medidas de conteúdo mineral ósseo `in vivo` usando raios gama monoenergéticos, Ano de Obtenção: 1990. Orientador: Ricardo Tadeu Lopes. Bolsista do(a): Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, Brasil. Palavras-chave: Atenuacao da Radiação; Densidade Ossea; Instrumentacao Nuclear; interação da radiação com a matéria. Grande área: Engenharias Graduação em Bacharel em Física. Universidade Estadual de Londrina, UEL, Brasil. Bolsista do(a): Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq,
1988 - 1990	
1983 - 1987

Doris Jimena Roncancio Benítez

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7320681804510881>

ID Lattes: **7320681804510881**

Última atualização do currículo em 10/03/2020

Engenheira Ambiental pela Universidade El Bosque (Bogotá, Colômbia), Mestre em Ciências pela Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (Brasil) e atual candidato a PhD na mesma faculdade na linha de conhecimento em Análise de Risco em Saúde Ambiental sob o tema Mudanças climáticas e efeitos diretos na saúde. Experiência profissional em pesquisa da interface de saúde ambiental nos campos referentes a alternativas domésticas de tratamento de água para consumo humano, monitoramento de vetores biológicos e comportamento e toxicidade de agrotóxicos em água para consumo humano. **(Texto informado pelo autor)**

Identificação

Nome

Doris Jimena Roncancio Benítez

Nome em citações bibliográficas

RONCANCIO, D. J.

Lattes iD

<http://lattes.cnpq.br/7320681804510881>

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2016

Doutorado em andamento em Saúde Pública (Conceito CAPES 6).

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Orientador: Adelaide Cassia Nardocci.

2013 - 2015

Mestrado em Saúde Pública (Conceito CAPES 6).

Universidade de São Paulo, USP, Brasil.

Título: Vulnerabilidade Social e doenças gastrointestinais associadas com inundações no Município de São Paulo, Ano de Obtenção: 2015.

Orientador: Adelaide Cassia Nardocci.

Bolsista do(a): Colfuturo, COL, Colômbia.

2012 - 2012

Aperfeiçoamento em Sistemas de Información geográfica para el manejo de recursos ambientales. (Carga Horária: 120h).

Universidad Nacional de Colombia - Bogotá, UNAL/Bogotá, Colômbia.

Título: Sem Monografia. Ano de finalização: 2012.

2006 - 2011

Graduação em Ingeniería Ambiental.

Universidad El Bosque, UNBOSQUE, Colômbia.

Título: MEJORAMIENTO DEL DESEMPEÑO DE UN FILTRO EN PUNTO DE USO UTILIZADO COMO TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE AGUA EN LAS ESCUELAS RURALES DEL MUNICIPIO DE APULO, CUNDINAMARCA.

Orientador: María Inés matíz Salazar.

Formação Complementar

2015 - 2015

Extensão universitária em Bases para a implementação e validação do serviço de prognósticos biometeor. (Carga horária: 12h).

Departamento de Saúde Ambiental. Faculdade de Saúde Pública. USP, FSP. USP, Brasil.