Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology

OPEN ACCESS

DOI: 10.5380/abclima

ANÁLISE DA TEMPERATURA INTERNA DE HABITAÇÕES EM AGLOMERADOS SUBNORMAIS DURANTE O INVERNO EM CURITIBA - PARANÁ

ANALYSIS OF INTERNAL TEMPERATURES OF HOUSES IN SUBNORMAL CLUSTERS DURING THE WINTER IN CURITIBA - PARANÁ

ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA INTERNA DE CASAS EN ASENTAMIENTOS SUBNORMALES DURANTE EL INVIERNO EN CURITIBA – PARANÁ

Wilson Flavio Feltrim Roseghini
Universidade Federal do Paraná
feltrim@ufpr.com

Gabriela Rocha Trevizani
Universidade Federal do Paraná
gabriela_rt@hotmail.com

Resumo: Este estudo foi conduzido sob o pressuposto de que populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica que habitam residências consideradas precárias (aglomerados subnormais) no município de Curitiba estão mais expostas quando eventos extremos de frio são registrados na cidade. A partir desta preposição, foram instalados termômetros digitais nas áreas internas e externas de três residências com diferentes faixas de renda em um mesmo bairro da cidade, buscando entender a resposta dos ambientes internos à variabilidade térmica externa. A partir da análise dos dados pôde-se confirmar que a amplitude térmica no interior da residência mais vulnerável é superior à amplitude constatada nas demais casas, além de alcançar temperaturas mínimas inferiores a 10ºC. Ademais, durante eventos extremos de frio, os habitantes da casa mais vulnerável não possuem recursos financeiros para custear equipamentos que poderiam auxiliar na regulação térmica destes espaços, expondo ainda mais essa população fragilizada às condições climáticas extremas.

Palavras-chave: Eventos extremos de frio. Vulnerabilidade socioeconômica. Curitiba.

Abstract: This study was conducted under the assumption that population in a situation of socioeconomic vulnerability who live in precarious residences (subnormal agglomerations) in the municipality of Curitiba are more exposed when extreme cold events are registered in the city. From

this preposition, digital thermometers were installed in the internal and external areas of three residences with different income patterns in the same neighborhood of the city, seeking to understand the response of internal environments to external thermal variability. From the analysis of the data it was possible to confirm that the thermal amplitude inside the most vulnerable residence is higher than the amplitude found in the other houses, even reaching minimum temperatures below 10ºC. In addition, during extreme cold events, the inhabitants of the most vulnerable house do not have the financial resources to pay for equipment that could assist in the thermal regulation of these spaces, further exposing this fragile population to extreme weather conditions.
Keywords: Extreme cold events. Socioeconomic vulnerability. Curitiba.

Resumen: Este estudio se realizó bajo el supuesto de que las poblaciones en situación de vulnerabilidad socioeconómica que viven en viviendas precarias (asentamientos subnormales) en la ciudad de Curitiba están más expuestas cuando se registran eventos de frío extremo en la ciudad. A partir de esta preposición, se instalaron termómetros digitales en el interior y el exterior de tres viviendas con diferentes niveles de renta en el mismo barrio de la ciudad, buscando conocer la respuesta de los ambientes interiores a la variabilidad térmica externa. A partir del análisis de los datos, se pudo confirmar que la amplitud térmica en el interior de la residencia más vulnerable es mayor que la observada en las demás viviendas, además de alcanzar temperaturas mínimas inferiores a 10ºC. Además, durante los eventos extremos de frío, los habitantes de las casas más vulnerables no disponen de recursos financieros para adquirir equipos que puedan ayudar a la regulación térmica de los espacios, lo que hace que esta población sea aún más frágil ante las condiciones climáticas extremas.
Palabras-clave: Eventos extremos de frío. Vulnerabilidad socioeconómica. Curitiba.

Submetido em: 12/07/2020
Aceito para publicação em: 08/07/2021
Publicado em: 22/09/2021

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de extensão continental e apesar de ser conhecido mundialmente pelo Clima Tropical que abrange boa parte do país, os estados da região sul em sua grande parte possuem clima subtropical com invernos rigorosos. O município de Curitiba, situado na região leste do Paraná, é considerada a capital mais fria do país segundo dados climatológicos do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), com temperatura média do mês mais frio de 13,5ºC.

Levando em consideração as características climáticas de Curitiba, com propensão a temperaturas muito baixas no inverno, este trabalho tem como um dos propósitos apresentar um diagnóstico feito a partir de coleta e análise de dados de temperatura do ar dentro de residências com vulnerabilidades socioeconômicas distintas e estabelecer relações entre essa vulnerabilidade, eventos extremos de frio e como esses aspectos influenciam na qualidade de vida dos habitantes.

Partindo de uma problemática socioeconômica, este estudo foi construído sob a hipótese de que muitas famílias que vivem em habitações precárias ou habitam aglomerados subnormais em Curitiba, não possuem condições financeira para a utilização de ar condicionado, ventiladores e aquecedores, expondo ainda mais essa população fragilizada às condições climáticas extremas.

A partir da análise dos dados coletados, pretende-se elaborar um prognóstico construtivo que possa auxiliar na criação de políticas públicas voltadas as famílias que vivem em moradias precárias, sob a justificativa de maior vulnerabilidade a temperaturas muito baixas, principalmente nas cidades mais frias do país.

A partir da década de 1930, devido a mudanças estruturais tanto econômicas como sociais, iniciou-se no Brasil uma grande expansão urbana. Concomitantemente ao processo de industrialização da economia, a população do país foi aos poucos sendo direcionada ao meio urbano. Na década de 1960 a população urbana superou a rural e, em 2010, 190.732.694 brasileiros estão vivendo em cidades, ou seja, 84% da população segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

A vulnerabilidade socioeconômica é um reflexo dessa grande expansão urbana. Famílias são obrigadas a se estabelecerem em área precárias, em moradias extremamente simples, em locais de risco que possivelmente possam sofrer devido a eventos climáticos

extremos. Ao serem atingidas por uma chuva intensa, por exemplo, estas famílias perdem bens materiais, agravando ainda mais esse estado de fragilidade social.

Segundo Souza et al (2013), a partir do início do inverno, os eventos extremos de frio são sentidos de forma mais intensa pela população que reside em casas mais simples, que possuem pouca (ou nenhuma) vedação para se prevenir dos efeitos adversos causados pelo frio intenso e pela chuva.

De acordo com Silveira (2016), a vulnerabilidade aos extremos climáticos está relacionada ao nível de desenvolvimento da sociedade, seguindo a lógica de que quanto menor o nível de organização e de planejamento do espaço maior será a repercussão desses fenômenos, ou seja, maior será o grau de vulnerabilidade da população exposta àquela ameaça. Essa relação também está ligada à situação socioeconômica, uma vez que as classes sociais menos favorecidas sentem os efeitos desses extremos climáticos de forma mais intensa, o que indica maior vulnerabilidade.

Sant'Anna Neto e Aleixo (2017) afirmam que em áreas de alta vulnerabilidade (social) nas cidades brasileiras, predominam construções feitas com materiais de baixo custo, como o fibrocimento, que podem aumentar o desconforto térmico dos citadinos, devido às intensas readaptações do metabolismo humano às altas amplitudes térmicas sofridas ao longo do dia.

A Climatologia Urbana, segundo Andrade (2005), é a disciplina que pesquisa as relações dos fenômenos meteorológicos com o sistema antrópico, uma vez que a população residente em centros urbanos é atingida com frequência cada vez maior por eventos climáticos intensos, dada a composição e a estrutura das cidades.

A problemática para o desenvolvimento deste estudo levou em consideração a existência de favelas na cidade, onde populações vulneráveis estão habitando casas estruturalmente também vulneráveis. Os eventos extremos de frio em Curitiba podem ser bem severos, e foi a partir desta constatação que surgiu a motivação para a elaboração deste trabalho. Através do levantamento de dados em temperatura do ar, procura-se provar que a população que reside em moradias precárias está passando frio em suas próprias casas.

Acredita-se que é através de estudos em Climatologia Urbana que se pode entender a relação entre os diversos fenômenos atmosféricos com o sistema socioambiental. Além

de ciência, a Climatologia Urbana pode e deve proporcionar respaldo científico adequado e auxiliar autoridades locais no planejamento e gestão do espaço urbano.

Assim, constitui-se como objetivo do presente estudo identificar os eventos extremos de frio em Curitiba durante o inverno de 2019 e evidenciar a influência destes na temperatura interna de casas de diferentes faixas socioeconômicas, localizadas no mesmo bairro. Além destes, tem-se como propósito verificar a variância térmica dentro dessas moradias nos dias mais frios do inverno de 2019, comparando as diferenças de temperatura (amplitude térmica) registradas nos ambientes internos e externos.

Por fim, pretende-se corroborar que indivíduos que habitam em residências mais precárias (principalmente de madeira) estão mais suscetíveis a eventos extremos de frio se comparados à parcela da população que habita edificações planejadas (de alvenaria em geral) para tais eventos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Município de Curitiba está localizado na porção leste do Estado do Paraná, que conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007) apresenta um clima subtropical do tipo Cfb.

Segundo a WMO (2015) - Organização Meteorológica Mundial (OMM), para um evento extremo de frio ser considerado é indispensável à ocorrência de um período de dias, nunca inferior a seis, onde a temperatura mínima seja ≤ 5 graus Celsius da temperatura média diária para o período de referência. Este índice desconsidera excepcionalidades.

Porém, para que o conceito de evento extremo de frio pudesse ser empregado neste estudo, adotou-se a metodologia empregada por Barbosa e Santos (2014), em um estudo de caso voltado a análise de eventos extremo de frio na cidade de Presidente Prudente, SP. Neste artigo, os autores readaptaram o conceito da OMM para a realidade sul-americana e estabeleceram que: uma onda de frio é caracterizada por um período com mais de três dias consecutivos com valores de temperatura mínima abaixo dos 10 graus Celsius. Portanto, utilizaram-se estes parâmetros no subcapítulo que trata dos eventos extremos de frio no inverno de 2019 em Curitiba.

Givoni (1969) desenvolveu uma metodologia para adequar a arquitetura ao clima a partir das temperaturas internas das edificações. Segundo o autor, a “zona de conforto” é bem ampla e favorável ao organismo humano. Em relação à umidade relativa, suportamos

variâncias de 20% a 80%, enquanto à temperatura, de 18ºC a 29ºC (com algumas ressalvas em relação à radiação solar).

Monteiro (1990) estabelece como conforto térmico, o momento em que a as trocas de calor entre homem e o ambiente não causam incômodo. A sensação de temperatura que o corpo humano sente é afetada por vários fatores como vento, umidade e radiação solar.

Buriol et al (2015) afirma que para manter o equilíbrio térmico, o calor metabólico produzido pelo corpo humano mais as trocas de calor por radiação, evaporação e convecção devem se anular. Assim, a temperatura fisiológica é uma função das condições térmicas do ambiente e da eficiência e velocidade da evaporação.

São poucos os autores que retratam o tema do ponto de vista geográfico, porém vários estudos acadêmicos são encontrados nos cursos de resistência de materiais e engenharias.

Segundo Marques, Regolão e Chvatal (2017) na arquitetura, o conforto térmico de uma edificação depende das condições de implantação, orientação, insolação do edifício como um todo, de seus ambientes de maior permanência e do entorno, da ventilação, e dos materiais opacos e transparentes e das trocas de calor que ocorrem através deles. É a ação conjunta desses fatores que configuram o desempenho térmico do edifício e não a aplicação de soluções voltadas à apenas um desses aspectos. Este trabalho, por não se tratar de um estudo arquitetônico, não entrará no mérito das condições de implantação, orientação e incidência solar sob as residências analisadas.

Souza (2013) afirma que a falta de conforto térmico tem levado a população a recorrer às formas artificiais de aquecimento/resfriamento, gerando um aumento da demanda por energia elétrica. A dificuldade de se obter sensações térmicas agradáveis é uma problemática típica do nosso cotidiano urbano. Em caso de eventos extremos de frio, apesar da temperatura bastante baixa, a sensação térmica pode ser maior com a utilização de aquecedores para diminuir assim os incômodos do frio. A utilização deste instrumento dentre outros pode estar relacionada com a condição socioeconômica dos indivíduos.

Utilizou-se o conceito “vulnerabilidade socioeconômica” para descrever o estado social e habitacional de uma parcela específica da população, aqueles conhecidos e rotulados pela sociedade como “marginalizados”, “excluídos”, “periféricos”. Neste estudo, trabalhamos com uma família que se encaixa no conceito “vulnerável

socioeconomicamente” de Carmo e Guizard (2018):

> O ser humano vulnerável é aquele que, conforme conceito compartilhado pelas áreas da saúde e assistência social, não necessariamente sofrerá danos, mas está a eles mais suscetível uma vez que possui desvantagens para a mobilidade social, não alcançando patamares mais elevados de qualidade de vida em sociedade em função de sua cidadania fragilizada. (pag.6)

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi organizado em duas principais etapas: Coleta de dados na base do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e em campo e análise dos dados.

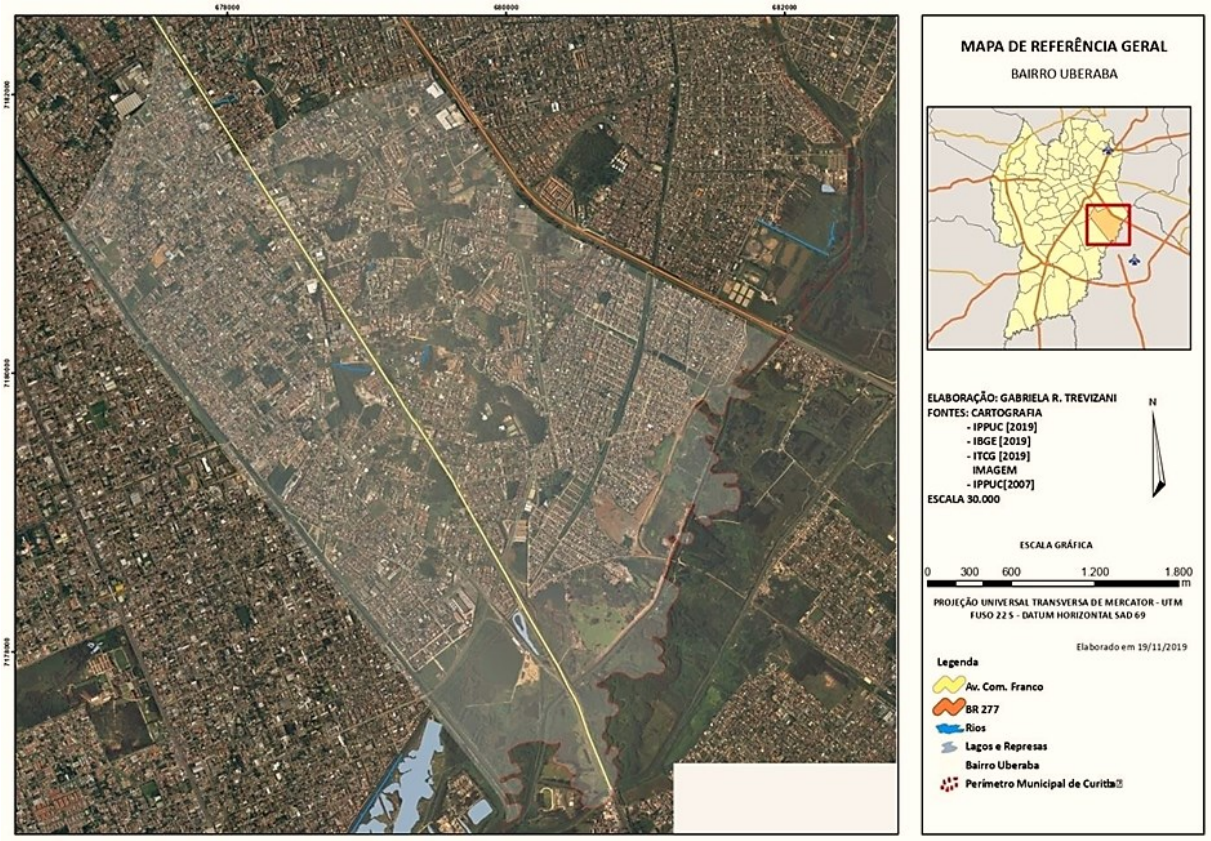
Os dados do INMET foram utilizados para calibrar e aferir as informações coletadas na área externa das casas, buscando verificar se a variabilidade dos mesmos não destoava dos dados oficiais, considerando apenas as diferenças geradas pelo microclima dos locais.

Em junho de 2019, iniciou-se a primeira etapa de coleta de dados. Foram selecionadas três residências no bairro Uberaba (Figura1), no município de Curitiba, como objetos de estudo.

Para os registros de temperaturas, foram utilizados seis termômetros posicionados internamente e externamente em cada uma dessas residências. Desta forma seria possível efetuar comparações entre os valores registrados dentro de cada residência, mensurando a capacidade de isolamento do frio em cada um dos casos cita- dos, através dos dados.

Em cada uma destas três casas, foram instalados dois sensores digitais que registram apenas a temperatura do ar. As casas foram escolhidas no mesmo bairro por possuírem as condições meteorológicas externas semelhantes devido à proximidade e a escolha considerou moradias com configurações construtivas de alvenaria e madeira.

Figura 1 - Mapa de localização do bairro Uberaba, Curitiba, Paraná.



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Os termômetros foram programados para registrar a temperatura do ar em intervalos de hora em hora entre os dias 01/05 a 30/09, por representar o período de avanço das principais massas polares e consequentemente maior declínio de temperatura no decorrer do ano no município de Curitiba.

Os termômetros utilizados para o desenvolvimento deste estudo são da marca e modelo Onset HOBO *Temperature Data Logger*. Todos os equipamentos foram calibrados e aferidos para garantir dados mais acurados. Na tabela 1 as especificações técnicas dos equipamentos.

Tabela 1 - Especificações técnicas dos termômetros utilizados:

HOBO Temperature Data Logger	
País de origem	Estados Unidos da América
Faixa de medição	-20° a 70°C (-4° a 158°F)
Resolução	0.03°C a 25°C (0.05°F a 77°F)
Taxa de amostra	1 segundo a 18 horas, selecionável pelo usuário.
Tempo de resposta no fluxo de ar	1 m/s (2.2 mph): 6 minutos, tipicamente a 90%.
Precisão de tempo	± 1 minutos por mês a 25°C (77°F)
Temperatura de operação	Registro: -20 ° a 70 ° C (-4 ° a 158 ° F); 0 a 95% RH (sem condensação).
	Lançamento / leitura: 0°C a 50°C (32°F a 122°F), conforme especificação USB
Duração da bateria	1 ano de uso típico
Memória	64Kbytes (43,000 12-bit medições)
Peso	46 g (1.6 onças)
Dimensões	58 x 74 x 22 mm (2.3 x 2.9 x 0.9 polegadas)

Fonte: Onset company (https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-001).
Tradução livre dos autores (2019).

Figura 2 - HOBO *Temperature Data Logger.*



Fonte: Onset company (https://www.onsetcomp.com/products/data-loggers/u12-001).

No dia 01 de outubro os termômetros foram recolhidos e iniciou-se o processo de tratamento e análise dos dados.

Caracterização das áreas de estudo

Para preservar a identidade dos moradores e das casas utilizadas nesse estudo, foi localizado apenas o bairro onde se encontram, além da descrição básica das características de cada uma.

CASA 1 – habitação de baixa renda em aglomerado subnormal:

No trabalho de campo, ao instalar os termômetros na Casa 1, constatou-se que esta habitação possuía três cômodos, aproximadamente 60 metros quadrados ao todo. As paredes da cozinha, sala e quarto são feitas de tábuas de madeira e pode-se observar algumas pequenas falhas entre os encaixes. Apenas o banheiro foi construído em alvenaria. O telhado tem suportes de madeira, sem forro, com telhas de amianto. O chão é de piso frio, aparentemente cerâmico.

O primeiro termômetro foi instalado sobre um armário na cozinha e distante do fogão ou qualquer outra fonte de calor. O outro foi instalado na área externa, protegido do sol, chuva e qualquer fonte de calor. Ambos instalados a altura de 1,5 metros.

É importante frisar que este trabalho não se trata de uma análise arquitetônica. A resistência e isolamento térmico dos materiais não foram considerados para elaboração deste. Porém, é importante entender a configuração construtiva geral das casas para interpretarmos as condições de moradia das pessoas que ali residem. Pode-se observar a fragilidade dos materiais utilizados para a construção desta moradia. De modo empírico, foi constatado o estado de vulnerabilidade que os habitantes daquele espaço se encontravam.

Durante o período de coleta dos dados, os moradores relataram que não utilizaram nenhum tipo de aquecimento interno, mesmo em dias muito frios, devido ao custo elevado da energia.

CASA 2 – habitação de renda média:

Outros dois termômetros foram instalados na Casa 2, de alvenaria, também localizada no bairro Uberaba, a cerca de 300 metros da Casa 1. Um dos termômetros foi disposto na sala e o externo ficou na entrada da garagem, protegido das intempéries. A casa tem apenas um pavimento, possui aproximadamente 150 m² construídos. Os moradores da Casa 2

informaram que um pequeno aquecedor foi ligado em um dos quartos apenas 2 vezes durante o inverno.

CASA 3 – habitação de renda alta, em condomínio:

Os últimos dois termômetros foram dispostos em uma casa de alto padrão com três pavimentos, também no bairro Uberaba. Esta casa localiza-se em um condomínio fechado, a aproximadamente 500 metros das Casas 1 e 2.

O primeiro termômetro também foi instalado na sala, lugar onde eventualmente os moradores utilizam aquecimento interno. O morador relatou que durante o inverno o aparelho foi ligado em algumas noites, mas ele não soube informar os dias exatos. Já o termômetro externo foi instalado na entrada de uma das garagens, sob uma pilastra com proteção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

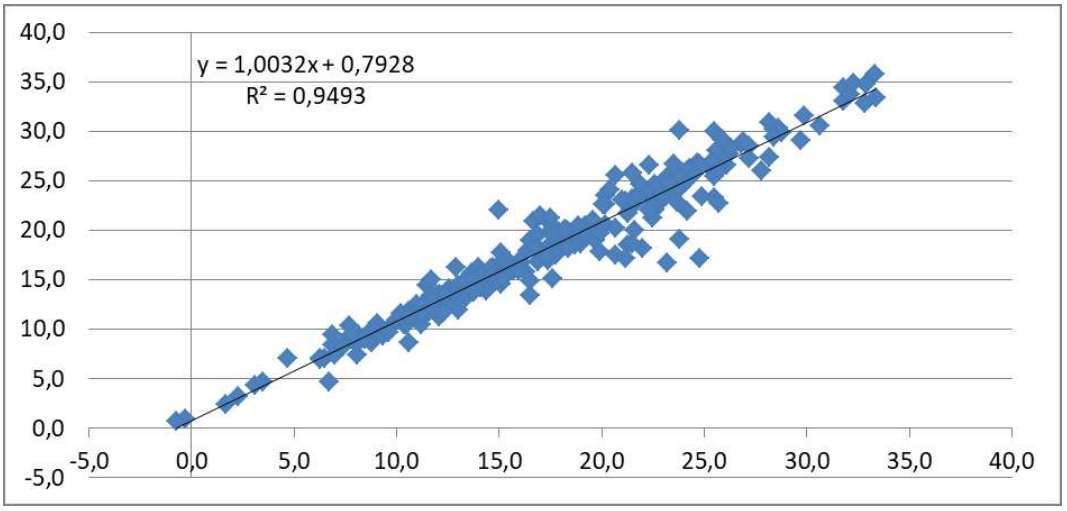
Para melhor delimitação conceitual e adequação ao método hipotético-dedutivo, escolheu-se inicialmente a trabalhar com os conceitos de amplitude térmica e eventos extremos de frio.

Conforme já mencionado, outros fatores além da temperatura do ar afetam a sensação de temperatura no corpo humano, mas entender a dinâmica da temperatura do ar nas habitações (que é um dos pilares dessa equação), já nos fornece informações relevantes no que diz respeito à compreensão da relação entre vulnerabilidade socioeconômica e eventos extremos de frio.

Como o principal objetivo deste trabalho é evidenciar se as pessoas que moram em habitações de baixa renda enfrentam temperaturas muito baixas dentro de suas próprias casas, primeiramente reunimos os dados e analisamos a amplitude térmica registrada em cada termômetro interno.

Quanto à similaridade com os dados oficiais, as informações coletadas na área externa das três casas tiveram variação similar aos dados do INMET, com Pearson de 0,974 e r2 de 0,949 conforme Figura 2 referente aos dados da Casa 1, no período de 01/05/2019 a 30/09/2019:

Figura 2 – Correlação entre os dados do INMET e dados externos da Casa 1.



Fonte: INMET e dados de campo (2019).

Vale ressaltar que, como o principal objetivo do estudo era demonstrar a maior exposição da moradia existente no aglomerado subnormal aos extremos térmicos, comparou-se apenas os dados externos desta com os dados oficiais do INMET, embora os dados externos das outras casas também tenham sido similares aos do INMET.

Amplitude térmica

Segundo Sette e Ribeiro (2011) os atributos climáticos que mais influenciam as doenças respiratórias são: a queda da temperatura e da umidade do ar no inverno, a maior amplitude térmica diária, pouca insolação, oscilações bruscas de temperatura, quando da aproximação e passagem de frentes frias e redução da dispersão dos poluentes.

Desse modo, partiu-se da hipótese de que a amplitude térmica diária dentro das residências sem isolamento térmico, ocupadas por pessoas que não utilizam métodos artificiais de aquecimento interno é maior que a amplitude térmica constatada no interior de casas que utilizam essas benfeitorias para a regulação climática.

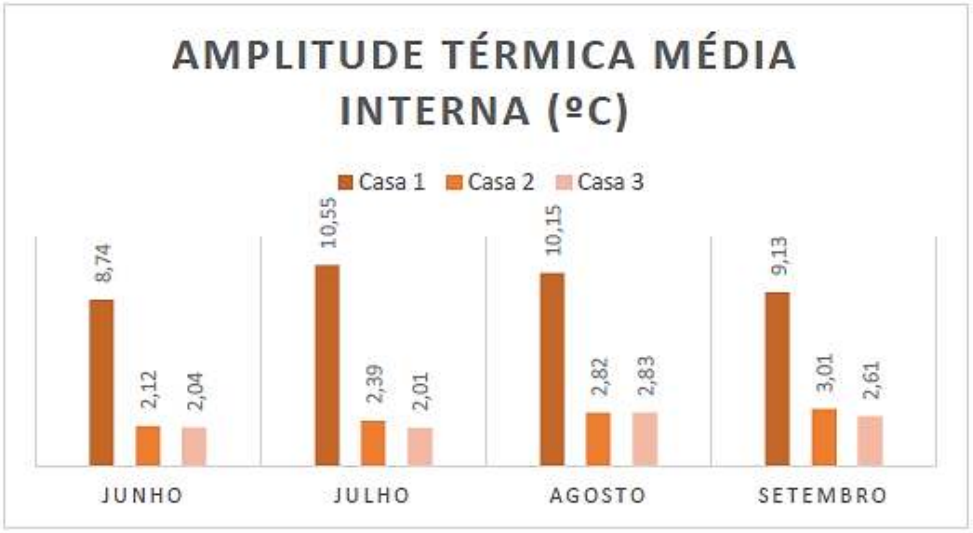
A partir desta constatação, foram levantados os dados de amplitude térmica diária no interior das três residências. Para cada dia selecionou-se a maior e menor temperatura registrada. A amplitude térmica foi calculada a partir desta diferença.

Primeiramente, para melhor interpretação quantitativa, dois gráficos foram gerados: o primeiro reuniu informações mensais a partir da média diária registrada (Gráfico 2) e no segundo gráfico (Gráfico 3) com a média de todo período analisado (também utilizando os

dados das médias diárias.

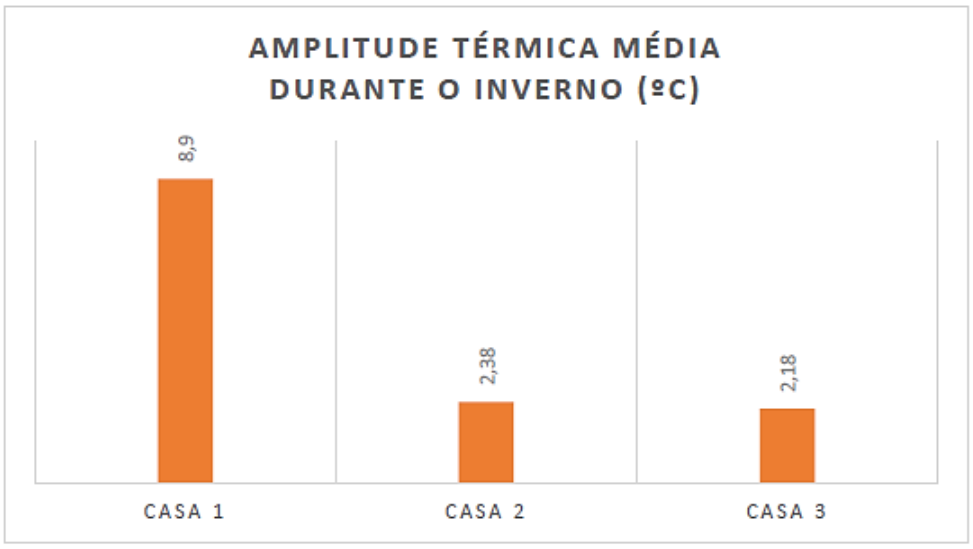
Pode-se observar nas Figuras 3 e 4 a média das amplitudes térmicas diárias no interior de cada uma das três casas. Em ambos os gráficos, as Casas 2 e 3 apresentam números muito parecidos, ou seja, com baixa amplitude. Na Figura 3 a amplitude térmica na Casa 2 não supera os 3,01 graus Celsius, enquanto na Casa 3, não supera os 2,83 graus Celsius.

Figura 3 - Comparação entre as amplitudes térmicas médias diárias.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 4 - Comparação entre as amplitudes térmicas médias em todo o período de análise.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Por outro lado, a diferença entre temperaturas máximas e mínimas constatada na Casa 1 apresenta valores muito diferentes das outras duas residências. Nota-se a grande

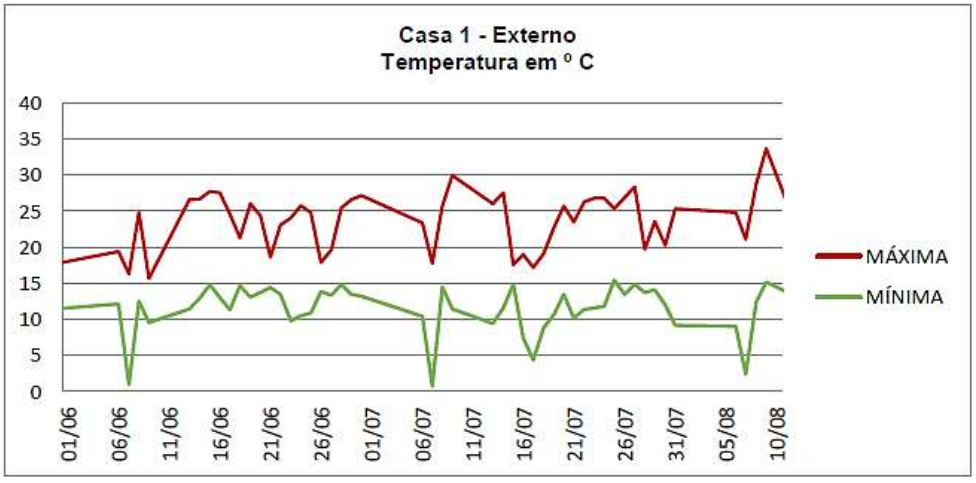
amplitude térmica no mês de julho, chegando essa diferença aos 10,55 graus Celsius (Figura 3). A média para todo período foi de 8,9 graus Celsius.

Baseando-se simplesmente nos dados obtidos de temperatura do ar dentro das habitações, pode-se afirmar que os habitantes da Casa 1 estão mais expostos as variações térmicas do que os habitantes da Casa 2 e 3. Como mencionado anteriormente, outros elementos meteorológicos como a umidade relativa do ar, velocidade do vento e insolação não foram analisados para esse estudo, mas partindo do ponto de vista comparativo entre as habitações, conclui-se que os residentes da Casa 1 sofrem maior influência dos eventos extremos de frio que os residentes das outras duas habitações.

Eventos extremos de frio

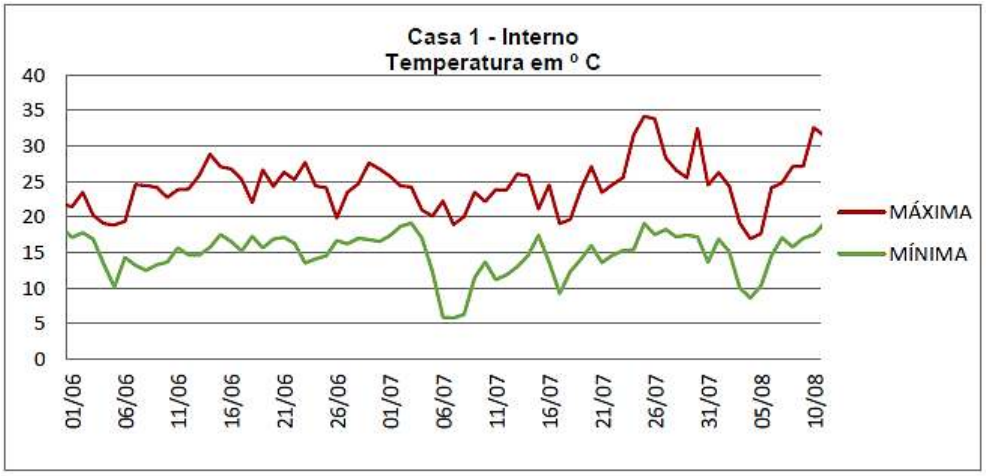
A partir dos dados gerados pelos seis termômetros, confeccionaram-se também gráficos que representam a relação entre as temperaturas máximas e mínimas registradas no período (Figura 5 e 6).

Figura 5 - Dados registrados pelo termômetro instalado na área externa da Casa 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 6 – Dados registrados pelo termômetro instalado na parte interna da Casa 1.



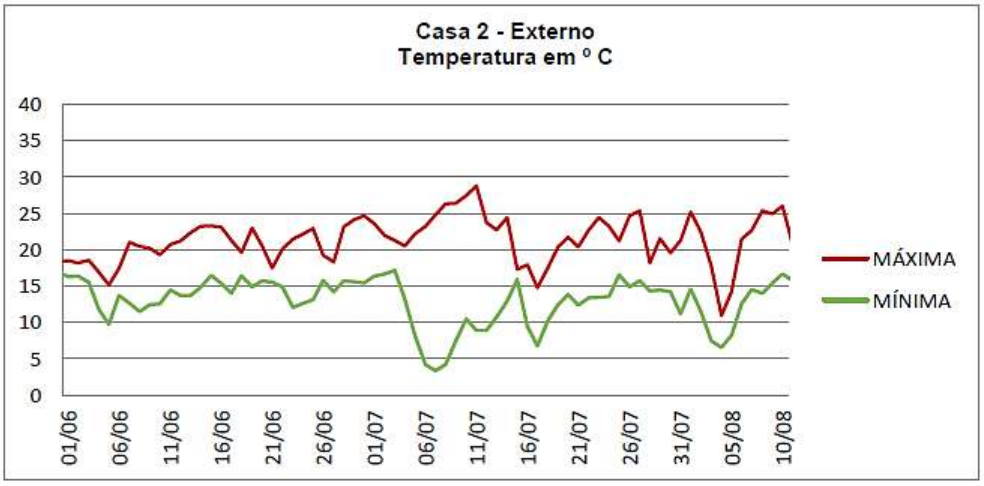
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

As figuras 5 e 6, referentes a Casa 1 (aglomerado subnormal), mostram que a tanto a diferença de temperatura interna e externa quanto a variação destas foram semelhantes, evidenciando o grau de exposição e fragilidade que o ambiente interno e seus habitantes vivenciam durante os eventos mais extremos.

Vale destacar o dia 06 de julho, com a temperatura interna chegando a apenas 5,9 graus Celsius, quando a temperatura externa alcançou 0,9 graus Celsius.

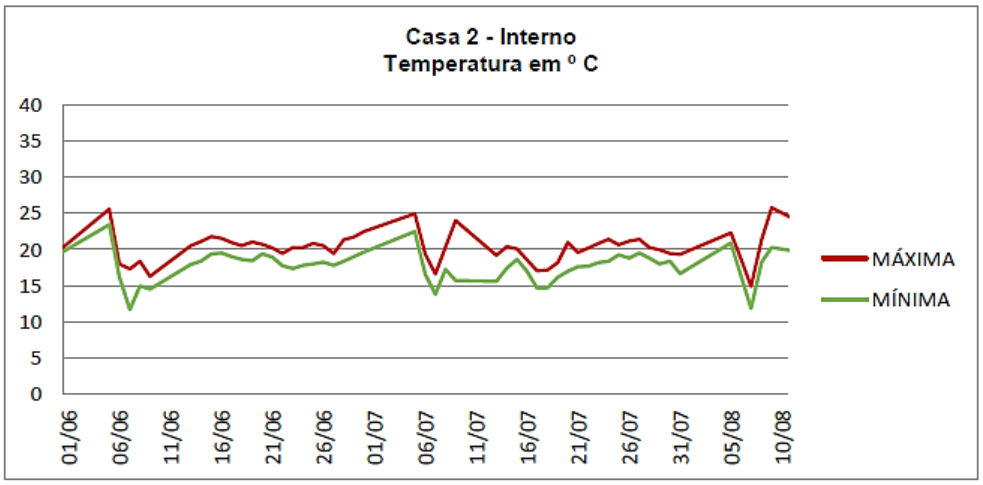
Já nas figuras 7, 8, 9 e 10, referentes as moradias de alvenaria de classe média e de alto padrão em condomínio, pode-se observar que as variações internas foram significativamente menores se comparadas a habitação de madeira do aglomerado subnormal.

Figura 7 – Dados registrados pelo termômetro instalado na parte externa da Casa 2.



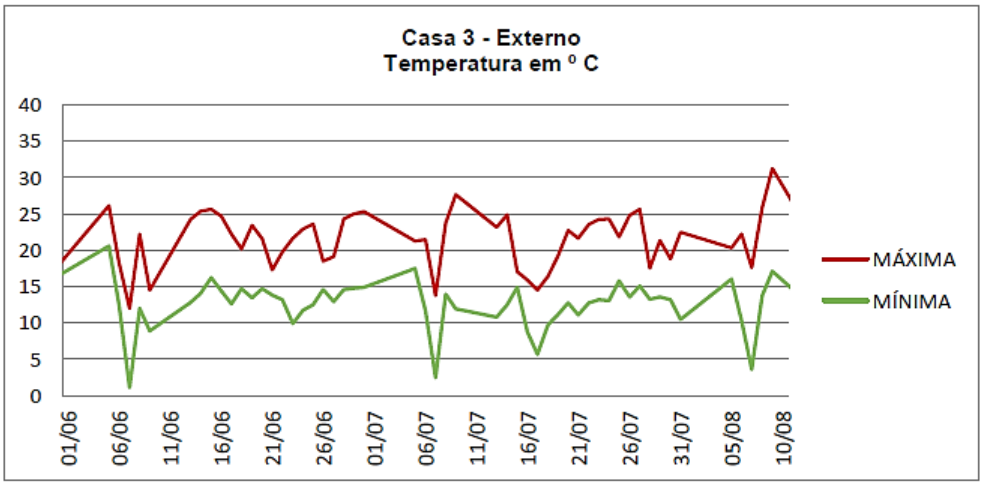
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 8 - Dados registrados pelo termômetro instalado na parte interna da Casa 2.



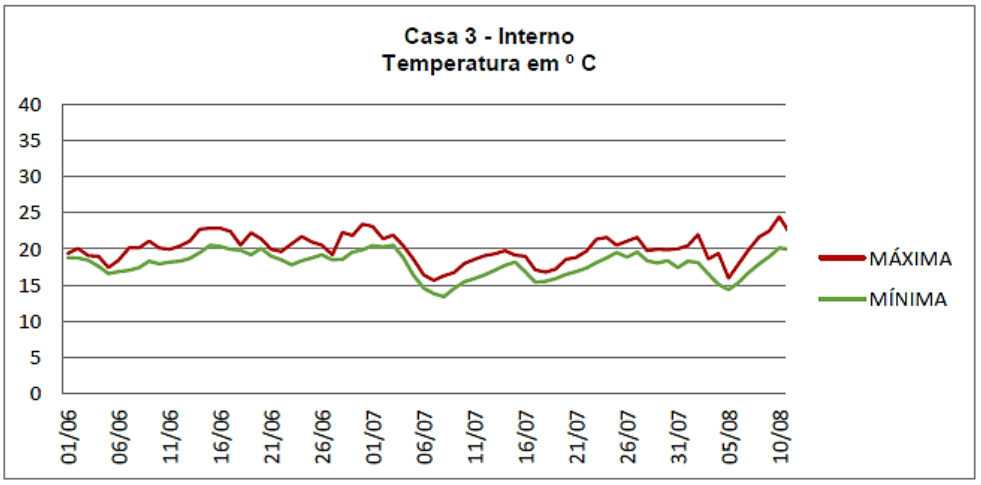
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 9 – Dados registrados pelo termômetro instalado na parte externa da Casa 3.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 10 - Dados registrados pelo termômetro instalado na parte interna da Casa 3.



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Fica evidente nos gráficos anteriores que o interior das moradias de padrão mais elevado apresenta menor variação das temperaturas, assim como apresentam diferenças maiores em relação a temperatura da área externa, demonstrando a melhor capacidade de isolamento térmico em relação a moradia do aglomerado subnormal.

Assim como nos gráficos de 3 a 9, utilizaram-se os picos de temperaturas máximas e mínimas diárias para a obtenção destes números (dados registrados no termômetro Casa 1 externo).

Como se pode ser observado, houve quatro episódios de frio em Curitiba no inverno de 2019. Apesar de não ter sido um dos invernos mais rigorosos, em várias ocasiões a mínima externa atingiu valores inferiores a 5 graus Celsius, sendo o mês de julho o mais intenso. A forte massa de ar polar que passou pela região entre os dias 5 e 9 de julho foi a mais significativa do período, fazendo com que a temperatura interna da Casa 1 alcançasse valores muito baixos:

Tabela 2 – Termômetros da Casa 1

Data	Temperatura máxima interna	Temperatura máxima externa	Diferença	Temperatura mínima interna	Temperatura mínima externa	Diferença
05/07/2019	20,1	15,7	4,4	12,3	4,7	7,6
06/07/2019	22,2	16,3	5,9	**5,9**	0,9	5,0
07/07/2019	18,9	17,8	1,1	**5,8**	0,7	5,1
08/07/2019	20,0	21,1	-1,1	**6,2**	2,4	3,8
09/07/2019	23,4	22,6	0,8	11,4	7,1	4,3
11/07/2019	23,8	24,7	-0,9	11,2	7,1	4,1
12/07/2019	23,8	24,4	-0,6	11,8	7,4	4,4
13/07/2019	26,0	26,0	0,0	13,0	9,4	3,6
16/07/2019	24,4	19,0	5,4	13,6	7,4	6,2
17/07/2019	19,1	17,2	1,9	**9,2**	4,4	4,8
18/07/2019	19,6	19,1	0,5	12,3	8,8	3,5
02/08/2019	24,3	23,5	0,8	15,1	9,8	5,3
03/08/2019	19,1	19,6	-0,5	10,0	4,7	5,3
04/08/2019	16,9	12,0	4,9	**8,6**	3,2	5,4
05/08/2019	17,6	16,3	1,3	10,3	6,9	3,4
MEDIA	**21,3**	**19,7**	**1,6**	**10,4**	**5,7**	**4,8**

Legenda: em destaque, valores mais significativos em azul e negrito.
Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Através da análise nota-se a pequena variação térmica que ocorreu em relação ao termômetro externo e interno na Casa 1, registrando em média 4,8 graus Celsius de diferença durante os eventos destacados. Isso significa que a temperatura do ar registrada nos dias mais frios do ano do lado interno e externo da Casa 1 foram muito próximos.

Pressupõe-se que devido a precariedade habitacional (fendas nas paredes e teto) e a falta de isolamento térmico são as principais causas da vulnerabilidade desta família a eventos extremos de frio. Pelo menos em 5 dias as temperaturas internas foram inferiores a 10 graus Celsius, destacando-se os dias 06, 07 e 08 de julho, que variaram entre 5,9 e 6,2 graus Celsius.

Pitton e Domingos (2004) afirmam que ondas de calor no verão e de frio no inverno, afetam a saúde e o bem-estar de diversas formas. A partir do que se pode observar da análise de dados coletadas para este estudo, a grande amplitude térmica encontrada na Casa 1 durante eventos extremos de frio poderia ser uma das causas para o surgimento de doenças entre os indivíduos que ali residem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise bibliográfica e dados obtidos em campo, podemos afirmar que eventos climáticos extremos somados às construções precárias, mal ventiladas e sem isolamento térmico, resultam em vulnerabilidade climática. Todos esses fatores combinados, vivenciados por uma população em estado de fragilidade, culminam numa alta exposição a extremos térmicos, afetando diretamente a qualidade de vida e saúde desses indivíduos carentes.

Considera-se que os resultados apresentados são indicativos de que indivíduos vivendo em habitações carentes estruturalmente estão expostos aos extremos térmicos por períodos mais longos do que os moradores que habitam casas planejadas e providas de isolamento ao frio.

A Climatologia Urbana, mais que diagnosticar características climáticas, tem o papel de auxiliar o poder público no planejamento e reestruturação da cidade, expondo as intempéries climáticas que afetam a população. O Município de Curitiba, capital mais fria do país, carece de estudos que viabilizem o planejamento habitacional voltado a nossa realidade.

Frota e Schiffer (2001) afirmam que uma função importante da arquitetura é a de oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto térmico humano no interior dos edifícios, sejam quais forem às condições climáticas externas. A moradia é o atributo social do indivíduo, local que deveria representar segurança e possibilitar a redução à vulnerabilidade do corpo a um evento extremo de frio.

O que se pôde constatar também durante a elaboração deste estudo é a grande desigualdade social encontrada em Curitiba. Em um raio de poucos metros coexistem diversas realidades socioeconômicas, habitando moradias completamente desiguais. De modo geral, sabendo do rigor do inverno curitibano em relação à realidade da maioria do país, espera-se que qualquer residência possa proteger seus moradores das intemperes climáticas e fornecer abrigo e segurança. Longe disso, a análise confirma que a vulnerabilidade socioeconômica é uma importante causa da exposição dos habitantes de moradias em aglomerados subnormais aos eventos extremos de temperatura.

Quanto à aplicabilidade, apesar de adquirirmos informações importantes a respeito da temperatura do ar e do microclima em habitações com diferentes configurações construtivas, há necessidade de se conduzir mais estudos de avaliação do conforto térmico no nosso país, para se obter evidências dos efeitos das alterações climáticas à saúde humana.

Por fim, os resultados obtidos podem servir de base para estudos de planejamento e ordenamento urbano, no que concerne a compreensão microclimática nas residências estruturalmente precárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, H. **O clima urbano**: natureza, escalas de análise e aplicabilidade. Finisterra, XL, 80, p. 67-91, 2005.

BAGNATI, M. M. **Zoneamento bioclimático e arquitetura brasileira**: qualidade do ambiente construído, Dissertação (mestrado em arquitetura), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de arquitetura e urbanismo, 2013.

BARBOSA, H.; SANTOS, F. Episódio de onda de frio em cidade de clima tropical: estudo de caso de Presidente Prudente, São Paulo (Brasil). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, n.6, p.23-43, dez. 2014.

BURIOL. A.G, et al. **Conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria, RS, Brasil**, vol.45, n.2, pp.223-230, Santa Maria, 2015. Disponível em:<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131537>. Acessado em agosto 2019.

CARMO, M.E.; GUIZARDI F. L. O conceito de vulnerabilidade e seus sentidos para as políticas públicas de saúde e assistência social. **Cadernos de saúde pública.** Ministério do Desenvolvimento Social, Brasília, Brasil, 2018.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5ªed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GIVOVI, B. **Man, climate and architecture**. Londres, Applied Science Publishers, 1976.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados Climáticos de Curitiba**. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal>. Acessado em maio 2020.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. **Metodologia Científica**. 3. ed. Atlas, São Paulo, 2000.

MARQUES, T. H. T.; REGOLÃO, R.; CHVATAL, K. M. S. **Aplicação de ferramentas simplificadas de projeto voltadas ao desempenho térmico em uma habitação de interesse social**. SBQP, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo, Oficina de textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Adentrar a Cidade Para Tomar-lhe a Temperatura**. GEOSUL, v. 9, 1990.

PITTON, S.; DOMINGOS, A. E. **Tempos e doenças: efeitos dos parâmetros climáticos nas crises hipertensivas nos moradores de Santa Gertrudes** - SP. Estudos Geográficos. Rio Claro, vol. 02, nº. 01, p.75-86, 2004.

SANT'ANNA NETO, J. L.; ALEIXO, N. C. R.; Clima e saúde: diálogos geográficos. **Revista GEONORTE**, V.8, N.30, p.78-103, 2017.

SETTE, D. M.; ROBEIRO, H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. INTERFACEHS**. Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade**. Volume 6, nº 2, agosto de 2011.

SILVEIRA. D.R. **Risco Climático e Vulnerabilidade Sócioespacial**: O exemplo dos Eventos Extremos Relacionados ao calor e ao frio, Revista Brasileira de Climatologia, v19, n12, Porto Alegre, 2016.

SOUZA, D. M. **Clima urbano no planejamento do município de Ourinhos -SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SOUZA, D. M; NERY, J. T. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica**, v. 21, n. 2, Londrina, 2013.

WMO. World Meteorological Organization. **Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development.** Genebra: WMO, 2015.