



ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DE RESIDÊNCIAS NA FAVELA JARDIM COLOMBO - SP A PARTIR DO ÍNDICE TE

CAROLINE FREIRE DOS SANTOS¹
EMERSON GALVANI²
JOÃO PAULO ASSIS GOBO³

RESUMO

As favelas são conhecidas por serem locais marcados pela desigualdade social e vulnerabilidade. O desconforto térmico é um dos elementos que agravam essa situação, já que ele prejudica o desempenho cognitivo e a saúde do ser humano. Em vista disso, objetivo do presente trabalho é analisar o conforto térmico na Comunidade Jardim Colombo – SP, a partir do índice de Temperatura Efetiva (TE). Para isso, foram instalados Dataloggers HT-500 que realizaram medições de temperatura do ar e umidade relativa durante todo o ano de 2019. A partir desses dados foi possível calcular o índice TE. Para efeito comparativo, foram realizadas medições em três casas que se localizam no interior da comunidade e uma fora sendo uma casa de padrão construtivo médio. A análise mostrou que a casa fora do ambiente de favela se mostrou mais confortável do que as analisadas dentro da comunidade. A casa 2- subsolo foi a residência que mais teve medições classificadas como “quente” e a Casa 3- Forro de PVC a que teve o maior desconforto para o calor dentre as residências analisadas.

Palavras-chave: Conforto térmico; Habitações; Índice TE; Favela.

ABSTRACT

Favelas are known to be places marked by social inequality and vulnerability. Thermal discomfort is one of the elements that aggravate this situation, since it impairs the cognitive performance and health of the human being. In view of this, the objective of the present work is to analyze the thermal comfort in the Community Jardim Colombo - SP, from the Effective Temperature Index (ET). For this, HT-500 Dataloggers were installed, which carried out measurements of air temperature and relative humidity throughout 2019. From these data, it was possible to calculate the TE index. For comparative purposes, measurements were taken in three houses located inside the community and one outside, which is a house of medium construction standard. The analysis showed that the house outside the favela environment was more comfortable than those analyzed inside the community. House 2 - basement was the residence that had the most measurements classified as "hot" and House 3 - PVC ceiling had the greatest discomfort due to heat among the analyzed residences.

Keywords: Thermal comfort; Dwellings; ET index; Slum.

¹ Mestre em Geografia; Universidade de São Paulo, e-mail: Caroline.freire.santos@usp.br

² Professor, Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, e-mail: egalvani@usp.br

³ Professor, Departamento de Geografia da Universidade Federal de Rondônia, e-mail: joão.gobo@unir.br





1. Introdução

São Paulo é uma das grandes metrópoles brasileiras consideradas por Santos (1994) um polo de pobreza com força e capacidade de atrair pessoas de baixa renda, que muitas vezes, por falta de opção, moram em condições insalubres e sub-humanas. Como consequência, as favelas abrigam um contingente cada vez maior de pessoas, mais especificamente 11% na região urbana da cidade de São Paulo (IBGE, 2010). Esses locais são bolsões de pobreza, na maior parte das vezes privados de serviços públicos e associados a posse informal da terra (BRUECKNER; MATION; NADALIN, 2019).

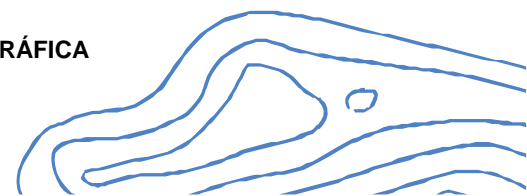
Somam-se a esses elementos o fato de que a produção do espaço urbano segue a lógica da reprodução capitalista, e como consequência gera espaços segregados que estão longe de reproduzir as condições ideais que respeite e se adapte as condições ambientais e naturais. Portanto, é de se esperar que essa contradição resulte em impactos sensíveis aos diferentes grupos sociais, mas que altera de modo desigual a sociedade ali instalada, agravando ainda mais as disparidades sociais. Espaços desiguais potencializam os efeitos do clima, que também se manifestam de maneira desigual (SANT'ANNA NETO, 2011). Essa segregação do espaço acaba por legitimar as condições de exclusão dos melhores espaços de moradia aos grupos desprovidos de capital e recursos sociais (FANTE; DUBREUIL, 2020).

Os estudos de conforto térmico também mostram que o estar confortável ou não variam com as experiências sensoriais e espaciais específicas de cada indivíduo (MALLICK, 1996). Todavia, a relevância de estudarmos a questão ambiental no meio urbano se dá, em grande parte, por esta afetar direta ou indiretamente a qualidade de vida dos habitantes (ZAVATTINI, 2004).

Uma das possíveis definições de conforto térmico é a situação em que a pessoa não prefere um ambiente mais quente e nem mais frio (SANTAMOURIS; ASIMAKOPOULOS, 1996). Com uma definição similar, a ASHRAE (1981) definiu conforto térmico como um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve um indivíduo, sendo assim um conceito bastante subjetivo.

O estado de conforto é dado por diversos fatores, e entre eles há alguns que não podem ser mensurados, como o bem-estar psicológico. Nas características quantificáveis, o conforto é relacionado à temperatura do ar, umidade, velocidade do vento, radiação, entre outros. Somam-se a esses fatores características pessoais como a vestimenta e a atividade física (MALLICK, 1996).

O desconforto térmico pode afetar o desempenho cognitivo do ser humano. Os fatores que podem afetar o sistema termorregulador são vários: tipo da tarefa executada,





tempo de exposição, nível de aclimatação, entre outros. De acordo com Hancock e Vasmatazidis (2003), duas tendências podem ser identificadas. A primeira é que o estresse térmico depende muito do nível cognitivo da tarefa executada. O segundo é que pode ser estabelecida uma relação entre o estresse térmico e a temperatura corporal profunda.

É essa população que também está mais vulnerável as variações climáticas. De acordo com Frota e Schiffer (2001) o ser humano apresenta melhores condições de vida e saúde quando seu organismo funciona sem ser submetido a estresse, o que inclui o estresse térmico. Tanto em casos de percepção de frio quanto de calor, é necessário um esforço adicional que pode comprometer o rendimento no trabalho e, em alguns casos extremos, ocasionar perda total da capacidade de trabalho ou problemas de saúde. O calor e o frio extremos têm grande impacto sobre a saúde humana, sendo os idosos os mais sensíveis a temperaturas extremas (GOLDEN et al., 2008).

Elevadas amplitudes térmicas foram encontradas em estudos climatológicos em favelas (SILVA; RIBEIRO, 2005). Esse fato justifica a escolha da área de estudo: a comunidade Jardim Colombo. Ela está localizada entre as zonas sul e oeste do município de São Paulo, como é possível observar na figura 1. Ela começou a se desenvolver no final da década de 1970 devido a diversas obras próximas a avenida Giovanni Gronchi. Durante as obras na avenida, diversos alojamentos foram instalados nas áreas adjacentes para abrigar os funcionários. Porém, após a retirada da construtora, alguns operários e suas famílias passaram a ocupar os alojamentos, dando início a ocupação da área municipal que daria origem a favela Jardim Colombo (LIMA, 2008).

Mapa de Localização da Comunidade Jardim Colombo - São Paulo

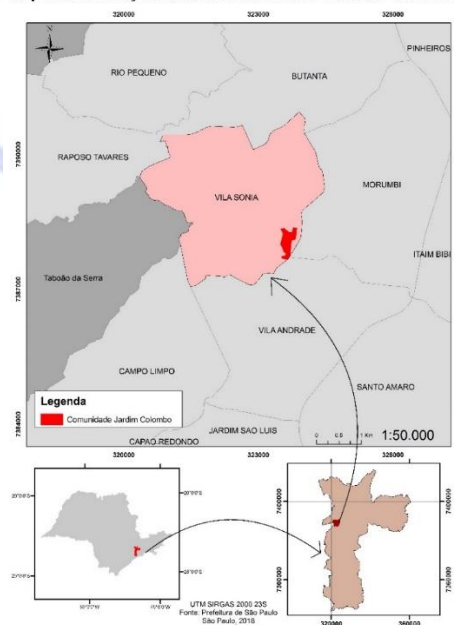




Figura 1- Mapa de localização da comunidade Jardim Colombo no contexto do estado de São Paulo. Fonte: elaborado pelos autores.

Existe uma lacuna de conhecimento para estudos que relacionam conforto térmico com as suas consequências na saúde humana, especialmente no que tange as populações socialmente mais vulneráveis (ALEIXO; SANT'ANNA, 2017). Portanto, no intuito de auxiliar no preenchimento dessa lacuna, a proposta do presente trabalho é analisar o conforto térmico da comunidade Jardim Colombo a partir do índice de Temperatura Efetiva (TE).

2. Metodologia

Para obter os dados base desta pesquisa, foi preciso a instalação de quatro instrumentos em quatro residências diferentes. Serão descritos a seguir os procedimentos realizados, os instrumentos utilizados, o índice escolhido e os padrões construtivos em análise.

Em cada uma das quatro residências escolhidas, foram instalados instrumentos de medição da temperatura e umidade relativa do ar. As medições ocorreram durante os doze meses de 2019, para que assim possa ser demonstrada a tendência sazonal dos elementos climáticos e do conforto térmico.

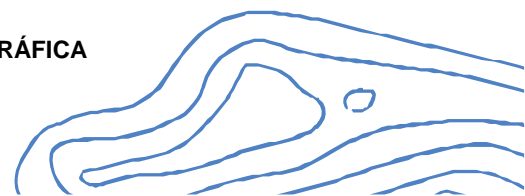
O sensor utilizado para a medição da temperatura do ar e a umidade relativa foi o Datalogger Digital modelo HT 500. Esse sensor tem uma resolução e exatidão de 0,1% a 3% em medidas de umidade relativa e 0,1°C a 1,0°C para a temperatura do ar. O aparelho apresenta uma interface USB para o download dos dados no computador. A taxa de amostragem das medidas foi de 30 minutos.

Os equipamentos foram calibrados após finalizadas as medições. Foram obtidos 97 dados de calibração para cada datalogger. Estes demonstraram que a maior amplitude entre o datalogger de referência e os demais foi de 0,6°C, estando dentro do erro instrumental de até 1°C. Portanto, não houve a necessidade de ajustes de calibração nos dados coletados.

Índice de Temperatura Efetiva (TE)

O índice de Temperatura Efetiva (TE) é classificado como empírico e foi desenvolvido por Houghten e Yagloglou para a pesquisa da ASHVE Pittsburgh em 1923. Ele foi primeiramente apresentado como um conjunto de isolinhas de conforto em um quadro psicrométrico, ou uma escala de sensação térmica (AULICIEMS; SZOKOLAY, 1997). Esse índice é baseado no método indutivo-dedutivo (MONTEIRO, 2018).

Ele foi mundialmente utilizado, todavia estudos mais recentes mostram que ele superestima o efeito da umidade, especialmente em temperaturas mais reduzidas (AULICIEMS; SZOKOLAY, 1997).





Nos anos 1920, a Inglaterra enfrentava desafios relacionados à higiene industrial. Assim, o desenvolvimento desse índice teve como motivação um contexto de condições de trabalho precárias com necessidades de melhorias. Atualmente esse índice é utilizado por arquitetos e urbanistas em diversos projetos de planejamento urbano (GOBO, 2017).

O índice de Temperatura Efetiva, leva em conta as variáveis, temperatura do ar (T) em graus Celsius e umidade relativa (UR) relacionados na equação abaixo:

Equação 1

$$TE = T - 0,4[(1 - UR/100)](T - 10)$$

O resultado obtido pela equação deve ser classificado em uma das faixas de conforto térmico de acordo com a tabela 1.

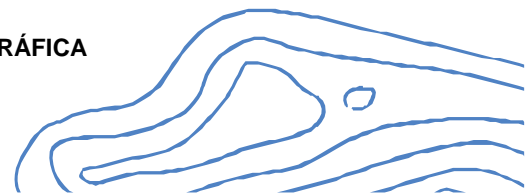
Tabela 1-Faixas interpretativas do índice de Temperatura Efetiva (TE) (MISSENERD,1933 apud GOBO, 2017)

TE (°C)	Classificação
< 1	Muito Frio
1 – 9	Frio
9 – 17	Frio moderado
17 – 21	Fresco
21 – 23	Confortável
23 – 27	Quente
> 27	Muito quente

Esse índice de conforto foi aplicado em quatro residências distintas. As casas em estudo receberam como nomenclatura: Casa 1- Alvenaria, Casa 2- Subsolo, Casa 3- Forro de PVC e Casa 4- Externa para facilitar a leitura e compreensão. Cada uma das casas foi detalhada na tabela a seguir:

Tabela 2- Padrões construtivos estudados.

Casa	Padrão construtivo	Percepção dos moradores
1	Construção em alvenaria, rebocada interna e externamente, com cobertura também em alvenaria	Casa com a cozinha, sala e um dos quartos bem arejados e com presença de umidade no banheiro e um dos quartos. Não há presença de ventilação cruzada em nenhum dos ambientes
2	Construção em edifício de alvenaria, rebocada interna, mas não externamente, cobertura em alvenaria	Casa com sinais claros de umidade excessiva, com pouquíssima ventilação e quase nada de incidência de radiação solar
3	Construção em alvenaria, rebocada interna, mas não externamente, com forro de PVC e telhado de fibrocimento	Casa ampla e com ventilação nos cômodos principais, mas há a percepção de muito calor e abafamento.
4	Construção em alvenaria, rebocada interna e externamente, com cobertura de cerâmica. Esta localizada fora da comunidade	Casa de classe média em bairro residencial com cômodos tendo ventilação cruzada



3. Resultados e discussão

O TE da Casa 1- Alvenaria mostra que a maior parte das medições (37%) foram classificadas como “quente”, 30% das medições ficaram na faixa do “confortável” e 28% na faixa do “fresco” (figura 2). Apenas 1% ficou na faixa do “muito quente” e 4% no “frio moderado”. Essa foi a casa que apresentou a maior porcentagem de medições na faixa do “confortável”.

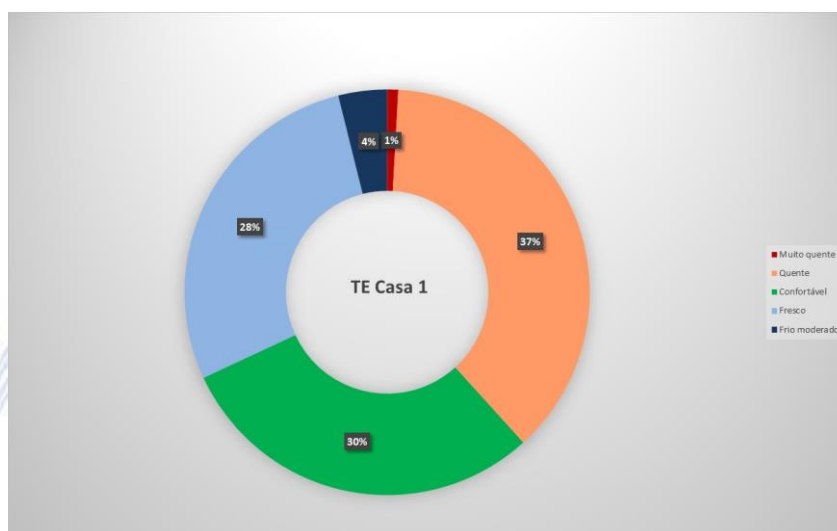


Figura 2- Gráfico de porcentagem do total de medições do índice TE na Casa 1. Fonte: elaborado pela autora.

A Casa 2- Subsolo teve 71% das medições classificadas como “quente”, sendo que a os demais 29% das medições foram divididos em 18% “confortável, 8% “fresco” e 3% “muito quente” (figura 3). De todas as residências em estudo, essa foi a que apresentou uma maior porcentagem de medições classificadas como “quente”. Essa casa não teve porcentagem significativa TE na faixa do “frio moderado”.

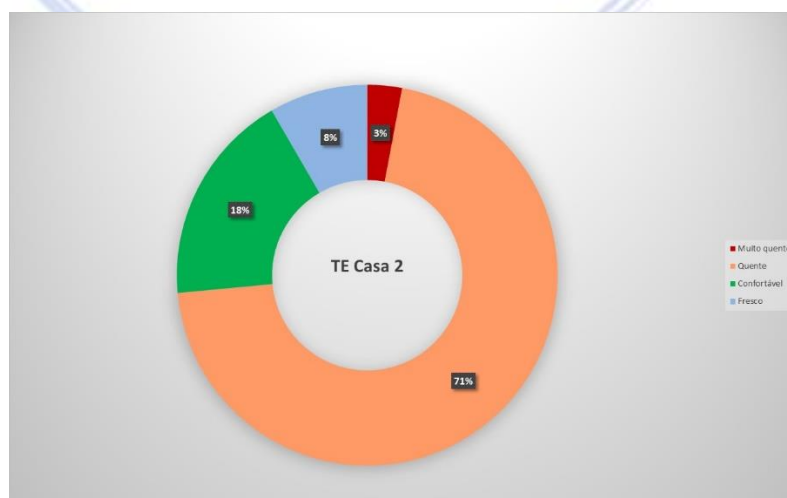
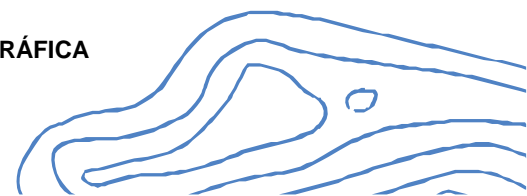


Figura 3 - Gráfico de porcentagem do índice TE na Casa 2. Fonte: elaborado pela autora.





A Casa 3- Forro de PVC teve 41% das medições na faixa do “quente”, 20% no “confortável” e 20% no “fresco” e 5% de “frio moderado” (figura 4). Essa foi a casa com a maior porcentagem de medições na faixa do “muito quente”, 14%. Araújo (2020) chegou a resultados semelhantes ao comparar o conforto térmico de residências em um loteamento feitas de alvenaria e lona com bambu. A residência construída utilizando materiais provisórios e de baixo custo apresentou mais desconforto térmico para o calor, assim como no caso da Casa 3- Forro de PVC. Outra pesquisa realizada em uma favela de São Paulo também encontrou que casas em alvenaria e com cobertura de fibrocimento tem uma inércia térmica menor do que casas com telhado em cerâmica (UTIMURA, 2010).

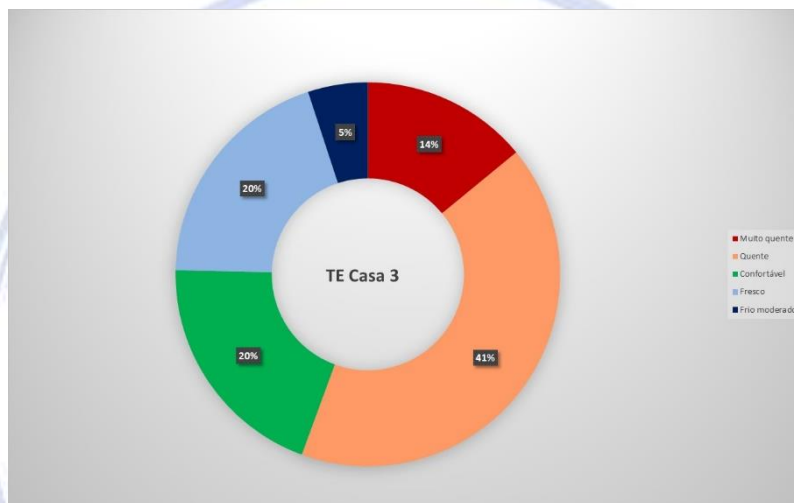
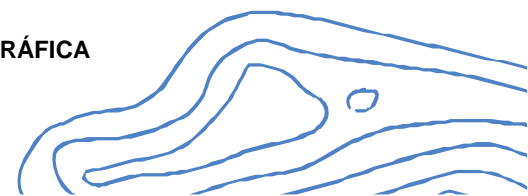


Figura 4- Gráfico de porcentagem do índice TE na Casa 3. Fonte: elaborado pela autora.

Com 34% de medições classificadas como “fresco”, a Casa 4- Externa é a que teve a maior porcentagem nessa faixa de conforto. Das demais, 29% ficaram na faixa do “confortável”, 29% na faixa do “quente”, 7% na faixa do “frio moderado” e 1% na faixa do “muito quente” (figura 5). De acordo com a análise da aplicação do TE, as casas que permaneceram mais tempo na faixa do confortável foram as casas 1- Alvenaria e casa 4- Externa. Esse resultado corrobora o exposto por Rosenghini e Trevizani (2021) que habitações de favela expõem a população de baixa renda a extremos térmicos por períodos mais longos do que as demais residências com um melhor isolamento térmico.



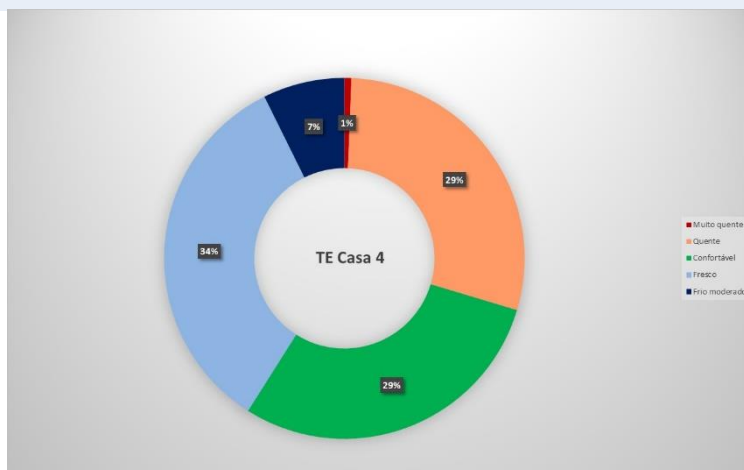


Figura 5- Gráfico de porcentagem do índice TE na Casa 4. Fonte: elaborado pela autora.

4. Considerações finais

Essa pesquisa teve como objetivo analisar o conforto térmico no interior de residências com diferentes padrões construtivos a partir do índice TE. Portanto, foi possível concluir que:

- A casa 2- subsolo foi a residência que manteve o TE mais elevado durante a maior parte do ano e teve o maior número de medições classificadas como “quente”. As condições de construção da residência ajudam a explicar esse fato que ocorre devido à falta de ventilação juntamente com a falta de insolação por não ter um recuo suficiente para a construção ao lado e, portanto, acumular bastante umidade e manter um conforto térmico com menor amplitude.
- A Casa 3- Forro de PVC foi a casa com maior desconforto para o calor. É possível que esse fato possa ser explicado pelo tipo de cobertura, com telha de fibrocimento escurecida, e outros materiais de baixo custo utilizados na construção e ao elevado grau de insolação que a residência recebe durante o dia.
- A Casa 4- Externa foi a que apresentou a maior porcentagem de neutralidade térmica de acordo com o índice TE, em outras palavras, as casas no interior da favela se mostraram mais desconfortáveis termicamente, do que a casa que se localizada fora.

5. Referências



ALEIXO, N. C. R.; Sant'Anna Neto J. L. CLIMA E SAÚDE: DIÁLOGOS GEOGRÁFICOS/ Climate and Health: Geographic Dialogues. **REVISTA GEONORTE**, v. 8, n. 30, p. 78-103, 22 dez. 2017.

ASHRAE. Handbook of fundamentals. Atlanta, GA: American Society of Heating, Ventilating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers - ASHRAE, 1981. 967p.

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. **Thermal Comfort**. PLEA Notes, Brisbane (Australia). PLEA: Passive and low energy architecture, Department of Architecture, University of Queensland, 1997.

BRUECKNER, J. K.; MATION, L.; NADALIN, V. G. Slums in Brazil: Where are they located, who lives in them, and do they 'squeeze' the formal housing market? **Journal of Housing Economics**, v. 44, p. 48-60, 1 jun. 2019.

DE ARAÚJO, L. F. INTERAÇÕES ENTRE O AMBIENTE CONSTRUÍDO E O CLIMA: UMA ANÁLISE DAS SENSações Térmicas PARA O LOTEAMENTO DA ASSOCIAÇÃO 1º DE JULHO EM CHAPADA DOS GUIMARÃES (MT). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, MG, v. 21, n. 76, p. 249-263, 2020. DOI: 10.14393/RCG217651782. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/51782>. Acesso em: 24 fev. 2023.

FANTE, Karime Pechutti; DUBREUIL, Vincent. A vulnerabilidade a episódios de calor á luz da geografia do clima: o acesso ao meio técnico e a seletividade das medidas adaptativas. In: SANT'ANNA NETO, João Lima. **Clima, Sociedade e Território**. Jundiaí: Paco Editorial, 2020. p. 91-110.

FROTA, A.B., SCHIFFER, S.R. **Manual do conforto térmico**. 5 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

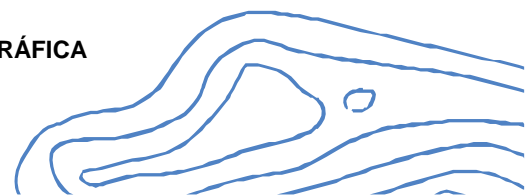
GOLDEN, J.S; HARTZ, D.; BRAZEL, A.; LUBER, G.; PHELAN, P. A biometeorology study of climate and heat-related morbidity in Phoenix from 2001 to 2006. **Int J Biometeorol**. 2008 52(6):471-480. doi: 10.1007/s00484-007-0142-3.

GOBO, João Paulo Assis. **Bioclimatologia subtropical e modelização do conforto humano: da escala local à regional**. 2017. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. doi:10.11606/T.8.2018.tde-23022018-094537. Acesso em: 2022-10-22

HANCOCK. P. A; VASMATZIDIS. I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge, **International Journal of Hyperthermia**, 19:3, 355-372, 2003. DOI: 10.1080/0265673021000054630.

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

LIMA, Reinaldo dos Santos. **Os desafios da responsabilidade social empresarial na relação com o empowerment comunitario: um estudo de caso da favela do Jardim Colombo, na cidade de São Paulo**. 2008. 150 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/252019>>. Acesso em: 10 ago. 2022.





MALLICK, F.H. Thermal comfort and building design in the tropical climates. **Energy and Buildings**, 23(3), 161-167, 1996.

MONTEIRO, Leonardo Marques. **Conforto térmico em espaços urbanos abertos: verificações modelares como aportes à exploração de abordagens**. 2018. Tese (Livro Docência em Desempenho Térmico, Acústico e Luminoso e Eficiência Energética de Edificações) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.16.2018.tde-26112020-184250. Acesso em: 2021-10-05.

ROSEGHINI, Wilson Flavio Feltrim; TREVIZANI, Gabriela Rocha. ANÁLISE DA TEMPERATURA INTERNA DE HABITAÇÕES EM AGLOMERADOS SUBNORMAIS DURANTE O INVERNO EM CURITIBA - PARANÁ. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 29, n. 1, p. 159-176, jul. 2021. Disponível em: file:///C:/Users/Rafael/Downloads/15150-49186-1-PB.pdf. Acesso em: 09 nov. 2021.

SANTAMOURIS, M.; ASIMAKOPOULOS, D. Passive cooling of buildings. L. James & James **Science Publishers**; 1996.

SANT'ANNA NETO, J.L. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 7, v. 8, p. 45-60, 2011.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: EDUSP, 2005.

SILVA, Edelci Nunes da; RIBEIRO, Helena. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 663-670, jul. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/hvJbNSKZFXLWt87K33ptkQf/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

UTIMURA, Isabel. **Conforto térmico em habitações de favelas e possíveis correlações com sintomas respiratórios: o caso do Assentamento Futuro Melhor - SP**. 2010. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, University of São Paulo, São Paulo, 2011. doi:10.11606/T.8.2011.tde-06072011-091727. Acesso em: 2023-02-24.

ZAVATTINI, João Afonso. **Estudos do clima no Brasil**. 1ª.ed. Campinas (SP): Editora Alínea, 2004, v.1. 398p.