



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

# IJDR

*International Journal of Development Research*

Vol. 13, Issue, 06, pp. 62974-62978, June, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.26854.06.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## CONFORTO TÉRMICO URBANO EM UMA ÁREA DE OCUPAÇÃO EM SANTARÉM-PA, AMAZÔNIA, BRASIL

Rilziele Pimentel Pereira<sup>1,\*</sup>, Fausta Jeandra Vasconcelos Tavares<sup>1</sup>, Khayth M. Nagata<sup>2</sup>, Elton Ranieri Moura<sup>2</sup> and Leidiane Leão de Oliveira<sup>2</sup>

Discente da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, Santarém- PA

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 14<sup>th</sup> April, 2023

Received in revised form

21<sup>st</sup> April, 2023

Accepted 06<sup>th</sup> May, 2023

Published online 30<sup>th</sup> June, 2023

#### KeyWords:

Sensação Térmica; Vista Alegre do Juá;  
Temperatura do ar; Umidade relativa do ar.

#### \*Corresponding author:

Rilziele Pimentel Pereira

### ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the urban thermal comfort outdoors, along a transect, in the Vista Alegre do Juá human occupation, in Santarém-PA. The thermal sensation was influenced by the wind and ranged from 37 to 46°C (extremely uncomfortable). It was possible to identify spatial and temporal variation of the thermal comfort in the study area, what may provide guidance for future projects to build green spaces within the occupation and highlight the importance of keeping up the permanent protection area of the lake and beach, which were suppressed due the occupation process.

Copyright©2023, Rilziele Pimentel Pereira et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Rilziele Pimentel Pereira, Fausta Jeandra Vasconcelos Tavares, Khayth M. Nagata et al. 2023. "Conforto térmico urbano em uma área de ocupação em Santarém-PA, Amazônia, Brasil". *International Journal of Development Research*, 13, (06), 62974-62978.

## INTRODUCTION

O conforto térmico humano é entendido como a relação de troca de calor entre o corpo e o ambiente (AYOADE, 1996). O Conforto térmico consiste num conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação são mínimos, ou ainda, na zona delimitada por características térmicas em que o maior número de pessoas manifesta se sentir bem (GOMES e AMORIM, 2003). Os índices de conforto térmico procuram integrar o efeito conjunto das atividades exercidas com as variáveis ambientais as quais, o indivíduo pode ser submetido e que essas condições são diferentes para habitantes de clima quente e úmido (SANTOS *et al.*, 2018), de clima quente e seco, e principalmente de clima frio (FROTA e SCHIFFER, 2001; DINIZ JUNIOR, 2012). Com o aumento das necessidades humanas o homem altera o seu meio natural modificando também as suas sensações perante este meio se tornando muitas vezes mais desconfortáveis (SILVA, 2018). O crescimento desordenado das áreas urbanas pode levar a alterações nos padrões climáticos, especificamente de região com mudanças de cobertura de solo, que podem gerar surgimento de microrregiões termicamente desconfortáveis (COSTA *et al.*, 2013).

Em Santarém, a rodovia Fernando Guilhon é uma via de acesso para o aeroporto, Vila de Alter do Chão e todas as comunidades da Everaldo Martins, a partir da rodovia foram ocupando os espaços, formando bairros, evidenciando a periferia no município, através de ocupações espontâneas e invasões de terras, expandindo a zona urbana (CARDOSO *et al.*, 2017). Dentre as ocupações, destaca-se a ocupação Vista Alegre do Juá, pertencente ao município de Santarém. Caracteriza-se como uma ocupação espontânea, que deu início em 2011, por pessoas que não possuíam casa própria ou ainda pessoas que vieram de comunidades da zona rural para a zona urbana (REGO; CAVALCANTE, 2021). Com as muitas expansões urbanas, ao redor da rodovia Fernando Guilhon, uma delas é a busca por moradia mais acessível que resultou na ocupação Vista Alegre do Juá, são fatores para as alterações no microclima. Foram identificadas temperaturas elevadas registradas por satélite na ocupação (SANTOS *et al.*, 2021). Com base no estudo de Santos *et al.* (2021) onde apontou que em 2018 o ponto mais quente de Santarém-PA era a ocupação Vista Alegre do Juá. Levantamos alguns questionamentos. Em 2022 qual o conforto térmico humano na ocupação Vista Alegre do Juá? A ocupação Vista Alegre do Juá trata-se de uma área periférica, com isso é possível identificar que suas casas não têm planejamento adequado e que minimizem o desconforto térmico humano que acabam causando problemas para os moradores.

Um fator que também pode influenciar na elevação da temperatura nesta área é o crescimento desordenado, onde foram retiradas muitas árvores deixando o solo exposto diretamente à radiação solar. O objetivo deste trabalho foi caracterizar o conforto térmico humano dentro da ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém-PA devido à expansão gradativa e juntamente com ela as alterações climáticas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O município de Santarém situa-se na mesorregião do baixo Amazonas, no estado do Pará, no Norte do Brasil, com latitude  $02^{\circ} 26' 35''$  S e longitude  $54^{\circ} 42' 30''$  W, altitude de 51 metros e uma área de 24422,5 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). Localizada à margem direita do rio Tapajós, na confluência com o rio Amazonas, e conta, hoje, com uma população de 308.339 habitantes (IBGE, 2021). Santarém é um município de médio porte e clima equatorial, localizado no Oeste do Pará, que apresenta constante crescimento no aspecto físico e populacional (DINIZ JÚNIOR, 2012).



Fonte: Adaptado no Google Earth (2022). Autores, 2022

**Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de medição horária da temperatura e umidade relativa do ar (balões vermelhos) no dia 15/7/22 na Ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém-PA.**

O estudo foi realizado na ocupação Vista Alegre do Juá, na cidade de Santarém, está localizada entre a margem direita da rodovia municipal Engenheiro Fernando Guilhon, sentido centro/bairro e às margens do Lago do Juá – afluente do rio Tapajós. Os dados foram coletados em um transecto, na avenida principal, chamada Rua da Alegria, com medição realizada a cada 0,5 Km. Foram delimitados seis pontos de coletas (P1- Rua Vai quem quer; P2- Rua do Sr Jesus Cristo; P3- Travessa Imaculada Conceição; P4- Rua Sol Nascente; P5- Rua São Francisco; P6- Rodovia Engenheiro Fernando Guilhon (Figura 1). As metodologias utilizadas no trabalho para atingir os objetivos propostos deverão ser explicadas sucintamente. O aparelho utilizado para coleta dos dados foi uma mini estação meteorológica de mão da marca Extech (Figura 2). As seguintes variáveis foram medidas: umidade relativa do ar (%), temperatura do ar (°C), velocidade do vento (m/s).



Fonte: Autores, 2022

**Figura 2. Mini estação meteorológica de mão da marca Extech**

A coleta de dados foi realizada nos horários de 7, 9, 12, 15, 18 e 21h realizada no dia 15 de julho de 2022. No dia 15 de julho de 2022 foi um dia representativo do verão amazônico, caracterizado por tempo firme, céu claro sem presença de chuva. Estas condições são favoráveis para obtenção dos dados meteorológicos para o cálculo de conforto térmico de acordo com a metodologia adotada (OLIVEIRA et al., 2018; SANTOS et al., 2021). Neste estudo foram analisadas as variáveis apenas horárias, pois para um trabalho de conforto térmico a medição deve ser realizada em 24 horas, mas neste estudo, o transecto foi realizado em seis pontos, em um dia de sol com céu claro para exemplificar um dia comum de verão amazônico na ocupação Vista Alegre do Juá.

**Índices de sensação térmica:** O Índice de Temperatura e Umidade modificado (ITUm), é um dos índices utilizados para ambientes abertos, já que permite quantificar o “stress” no ambiente urbano. Utilizado por Nóbrega; Lemos (2011) para cidade de Recife- PE com a evidência da praticidade de aplicação:

**Onde:** ITUm é o índice de temperatura e umidade modificado (°C), T é a temperatura do ar (°C) e UR é umidade relativa do ar (%). Depois de calculado o valor do ITUm é verificado a faixa de conforto que se enquadra, admite como zona de conforto os valores definidos por Thom (1959) e adaptado por Diniz Júnior (2012) para Santarém – PA (Tabela 1).

**Tabela 1. Faixa de conforto térmico baseado no índice de temperatura e umidade modificado**

ITU (°C)	NÍVEL DE CONFORTO
> 26	Extremamente Desconfortável
24 – 26	Levemente Desconfortável
21 – 24	Confortável

Fonte: Autores, 2022

O índice Temperatura Efetiva em Função do Vento (TEv), foi derivado do Índice de Temperatura Efetiva, leva em consideração a variável velocidade do vento. Foi desenvolvido pelo Laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP), usado para prever as condições de conforto térmico no Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil apud Souza; Nery (2012).

**Onde:** TEv é Temperatura Efetiva em função do vento (°C), T é a temperatura do ar (°C), UR é a umidade relativa (%) e V é a velocidade do vento (m/s), de acordo com o laboratório MASTER (IAG/USP) apud Souza e Nery (2012). Abaixo é apresentada a classificação do TEv e sua respectiva sensação térmica (Tabela 2).

**Tabela 2. Classificação da Temperatura Efetiva, segundo o laboratório de Meteorologia Aplicada a Sistemas de Tempo Regionais (MASTER – IAG/USP) apud Souza e Nery (2012)**

TEv (°C)	SENSAÇÃO TÉRMICA
22 - 25	Confortável Neutralidade térmica
25 - 28	Ligeiramente Quente Ligeiro suor; vasodilatação
28 - 31	Quente Moderado Suando
31 - 34	Quente Suor em profusão
>34	Muito Quente Falha na termorregulação

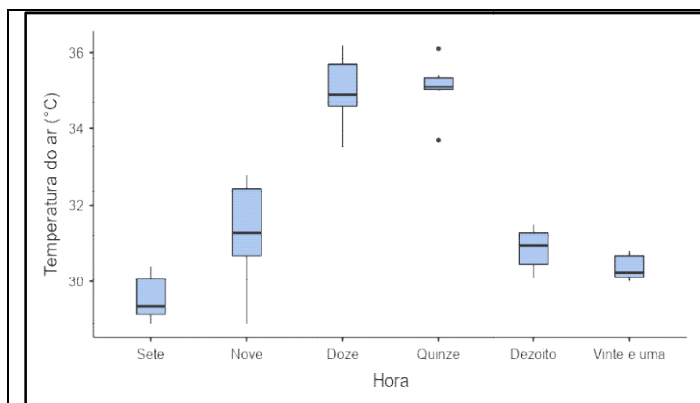
Fonte: Autores, 2022

**Análise estatísticas:** Análise de dados foi utilizado Microsoft Excel 2013 para tabular os dados, o soft *Jamovi* versão 2.3 que oferece novas planilhas e gráficos. Para ilustração dos dados calculados, foi utilizado gráfico descritivo do tipo “boxplot”, que possibilita representar a distribuição de um conjunto de dados de forma simplificada: mínimo, máximo, quartis e a mediana

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

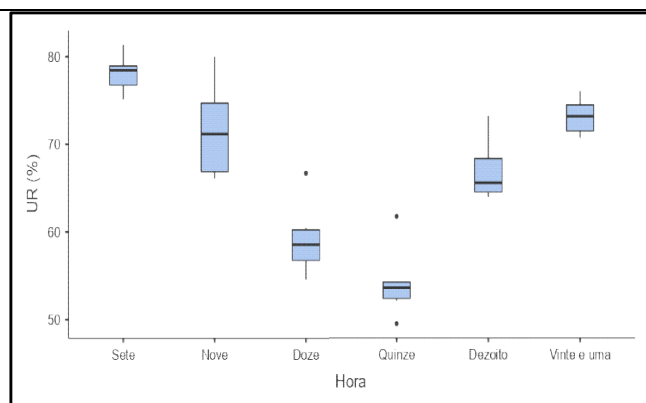
### TEMPERATURA DO AR

As maiores temperaturas foram às 12 e 15h com 34,9 e 35°C, respectivamente.



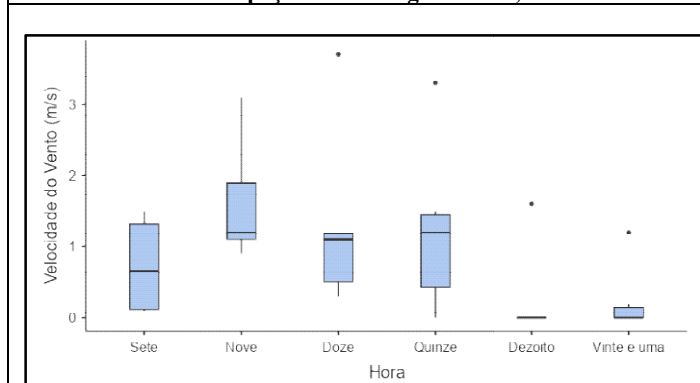
Fonte: Autores, 2022

**Figura 3. Variação da Temperatura do Ar horária registrada no dia 15/9/22 na ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém-PA**



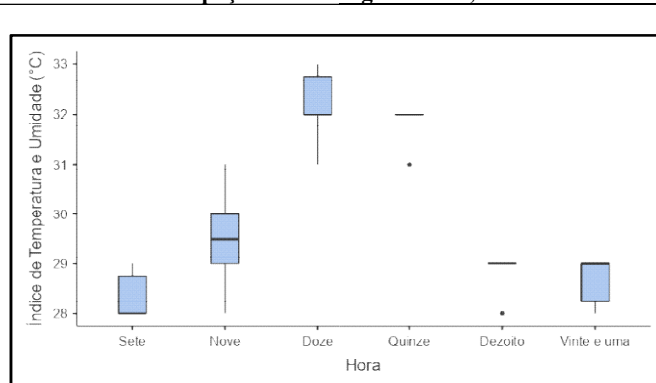
Fonte: Autores, 2022

**Figura 4. Umidade Relativa do Ar horária registrada no dia 15/9/22 na ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém-PA**



Fonte: Autores, 2022

**Figura 5. Velocidade do Vento do Ar horária registrada no dia 15/9/22 na ocupação Vista Alegre do Juá, Santarém-PA**



Fonte: Autores, 2022

**Figura 6. Conforto térmico calculado pelo índice de temperatura e umidade modificado registrada no dia 15/9/22 na ocupação vista alegre do juá, Santarém-PA**

A menor temperatura foi encontrada às 7h com 29°C (Figura 3). Já era esperado que os maiores valores de temperatura do ar fossem encontrados nestes horários, pois no intervalo de 12 a 15h apresentam o pico da radiação solar. Na cidade de Santarém-PA os valores de temperatura e umidade relativa do ar são elevados durante o ano inteiro (SANTOS, 2018).

**Umidade relativa do ar:** Em relação à umidade relativa do ar, os menores valores foram registrados nos horários de 12 e 15h. Nos horários de 7 e 21h foram registrados os maiores valores 73, 78 %, respectivamente (Figura 4). Um estudo sobre Conforto térmico no residencial Salvação constatou também uma regressão da umidade relativa do ar ao longo do dia, atingindo seus picos mínimos 15 e 17h e aumentando a partir das 18h e tendo a máxima às 7h. A umidade relativa é baixa ao longo do dia está diretamente relacionada com a temperatura do ar que só aumenta ao longo do dia, maior capacidade de reter vapor d'água portanto, mais distante da saturação e menor a umidade relativa (SANTOS, 2021). Em um estudo sobre Ilha de Calor Urbana registrou que a umidade relativa do ar teve variação inversa a temperatura do ar, apresentando maiores valores às 9h com 60,8% e 21h com 63%, os menores valores às 15h com 31%. Esta variação acontece, pois com aumento da temperatura a água tende a evaporar rapidamente, favorecendo a queda da umidade, por isso a umidade do ar teve maiores valores no início de no fim da noite (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Ao analisar os dados de umidade do ar, nota-se que a variação está de acordo com os estudos citados acima, com valores maiores no início e fim do dia e menor valor registrado às 15h.

**Velocidade do Vento:** A velocidade do vento variou de 0,65 m/s às 7h e 1,2 m/s às 9h, mantendo a velocidade às 12 e 15h. Nota-se também que os dois horários que registraram com 0 m/s foram 18 e 21h (Figura 5).

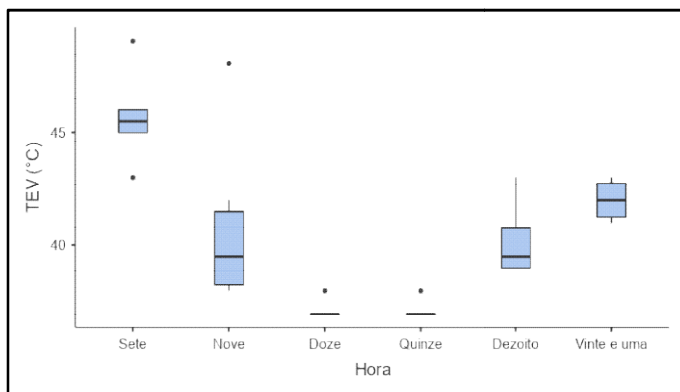
Em 2018 no residencial Salvação foi registrado a menor velocidade do vento às 9h, mas em seu horário mais quente, que foram 12 e 15h, a velocidade atingiu 4,1 m/s (SANTOS, 2019). Silva (2018) analisou por um período de 2015 a 2017, a variabilidade do vento, os registros foram menores no início do dia e os maiores valores da velocidade do vento foram registrados às 12h chegando a 2,8 m/s. De acordo com Frota Schiffer (2001) a variação horária do vento se deve a brisa terra-rio, pois ocorre devido a diferença do calor específico entre os dois. A terra durante o dia aquece-se mais rapidamente que a água, e o ar, ao move-se de uma região mais fria para uma mais quente tende a circular uma brisa do rio para a terra, gerando assim velocidades maiores de vento pelo dia; já à noite, ocorre o inverso, visto que, a água demora mais a esfriar do que a terra, que no momento se encontrará mais quente e tende a gerar uma circulação de brisa terra-rio, o que acarreta na diminuição da velocidade do vento.

**Índice de Temperatura e Umidade Modificado (ITUM):** Todos os horários analisados foram classificados como extremamente desconfortáveis. Segundo (PICANÇO *et al.*, 2022), quando a temperatura está associada a baixa umidade nota-se forte influência no cotidiano da população, fato este que irá afetar a qualidade de vida, e causará vulnerabilidade a sanidade humana, podendo provocar desidratação, aumento nos casos de doenças respiratórias e desconforto térmico. No horário 12 e 15h foram os maiores índices de desconforto térmico registrados com 32 e 31°C, em todos os pontos. Enquanto às 18 e 21h a temperatura retorna para 28°C, que seria a mesma registrada às 7h. Assim, como nos estudos de Santos (2021) o pico máximo foi em torno de 12 e 15h com valores de 29 a 35°C, respectivamente. Divergente de Silva (2018) que utilizou o mesmo índice para avaliar bairros da cidade de Santarém e registrou que às 7h estava levemente desconfortável, neste estudo no mesmo horário dentro da ocupação esteve extremamente desconfortável (Figura 6).



A época chuvosa em Santarém vai de janeiro a junho e a época da seca de julho a dezembro. Os meses com menor precipitação vão de setembro a outubro (Nechet *et al.*, 2006). A coleta na ocupação Vista Alegre do Juá foi realizada no dia 15 de setembro de 2022, a temperatura mínima na cidade foi de 24°C e máxima de 33°C, constatando que o mês da coleta foi no verão amazônico. Normalmente, o horário de 12 às 15h é onde a radiação solar fica mais intensa. Oliveira *et al.* (2018) constatou que variação da temperatura e umidade relativa do ar na cidade de Santarém, também ocorreu com o passar das horas durante o dia, com destaque para o horário das 15h que apresentou os maiores valores de temperatura do ar de 40,1°C.

**Índice de temperatura Efetiva em função do Vento (TEV):** A temperatura efetiva em função do vento variou entre 37 a 46°C. Segundo a faixa de conforto térmico do laboratório MASTER, acima de 34°C corresponde a muito quente falha na termorregulação (Figura 7).



Fonte: Autores, 2022

**Figura 7. Conforto térmico calculado pelo Índice de temperatura efetiva em função do vento (TEV) registrada no dia 15/9/22 na ocupação vista alegre do juá, Santarém-PA**

No início da coleta foram poucos ventos, somente as 9 e 12h foram as maiores velocidades do vento, a maior registrada foi 3,7 m/s. Mas para o índice de temperatura efetiva em função do vento- TEV em todos os horários foi classificado como muito quente e falha na termorregulação. Recentemente Santos *et al.* (2021) registrou as maiores velocidades entre 12 às 15h, o seu resultado de índice de TEV também foi muito quente, ou seja, acima de 34°C. O estudo de Uchôa (2011) em Santarém, obteve resultados com menores valores antes das 9h. Silva (2018) constatou nos anos de 2015, 2016 e 2017 resultados semelhantes, menores valores de TEV de 7 às 9h e maiores as 14h.

## CONCLUSÃO

O conforto térmico dentro da ocupação no dia em análise foi classificado pelos dois índices como extremamente desconfortável em todos os horários verificados. A sensação térmica obtida variou de 37 a 46°C (extremamente desconfortável) e o vento influenciou na sensação térmica. Portanto, a compreensão sobre o conforto térmico nos horários mais críticos pode servir como alerta. Assim, como elementos para futuros estudos sobre o desconforto térmico e o bem-estar dos moradores da ocupação. Evidência para preservação da praia do juá que seria um dos refúgios para se refrescar em dias extremamente quentes. Esses resultados nos ajudam a entender melhor o conforto térmico e podem fornecer orientação para projetos futuros de espaços verdes dentro da ocupação e a importância da manutenção da área de proteção permanente do lago e da praia suprimidos pela ocupação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto Rede clima Amazônia (Edital Universal/CNPq n. 409415/2021-9) pelo financiamento para a execução da pesquisa, ao Laboratório Interdisciplinar em Ciências e

Tecnologia das Águas e Inovação na Amazônia (LICTA), por disponibilizar o espaço e equipamentos para que esse trabalho pudesse ser realizado.

## REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p. ISBN 8528604276 (broch.)
- CARDOSO, M.C.; SOUZA, R.R.; CHIBA, H.S.A.; VIEIRA, T.A. Expansão urbana em Santarém, Pará: uma análise a partir da ocupação Vista Alegre do Juá. Territórios, Redes e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e Desafios Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 13 a 15 de setembro de 2017.
- COSTA, A.C.L., UCHÔA, P.W., SILVA JUNIOR, J.A., CUNHA, A.C., FEITOSA, J.R.P. Variações termo-higrométricas e influências de processo de expansão urbana em cidade equatorial de médio porte. *Brazilian Geographical Journal*. 2013b
- DINIZ JUNIOR, J.A. influência da vegetação no índice de conforto térmico em praças de diferentes configurações morfológicas na cidade de Santarém-PA. [monografia]. 2012
- FROTA, A.B., SCHIFFER, S.R. Manual de conforto térmico. 5 ed São Paulo: Studio Nobel. 2001.243p
- GOMES, M.A.S., AMORIM, M.C.C.T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente, SP. *Caminhos da Geografia* [online] 7, ,10, 94 – 106.2003.
- HIRASHIMA, S. Q. DA S. Percepção sonora e térmica e avaliação de conforto em espaços urbanos abertos do município de Belo Horizonte – MG, Brasil. São Paulo, 2014. 248f. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2022. Estimativas Da População Residente Para Os Municípios E Para As Unidades Da Federação. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/municipio/150680>. Acesso em:22/12/2022
- NECHET, D.; CUTRIM, E.; SOUZA, D. C.; SOUZA, P. F. S. Variação diurna de eventos de trovoadas em Santarém-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. Anais. Florianópolis: 2006.
- OLIVEIRA, L.L.; SOUSA, C.; BARRETO, N.J.C.; SANTOS, G.P.; ALMEIDA, R.M.. Ilha de calor urbana: diagnóstico como ferramenta de gestão ambiental urbana para a cidade de Santarém (PA). *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais*. 2018. *Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais* [online] 9, 428-443. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/2425>. Acesso em:22/01/23.
- PICANCO, T.E.F. Microclima Em Floresta Ombrófila Densa Comparado Com Área Aberta Na Floresta Nacional Do Tapajós (Flona), Belterra, Pará, Amazônia, Brasil. In: Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia. Anais... Diamantina (MG) Online, 2022. Disponível em: <[https://www.even3.com.br/anais/cobicet2022/520182-MICROCLIMA-EM-FLORESTA-OMBROFILA-DENSA-COMPARADO-COM-AREA-ABERTA-NA-FLORESTA-NACIONAL-DO-TAPAJOS-\(FLONA\)-BELTERR](https://www.even3.com.br/anais/cobicet2022/520182-MICROCLIMA-EM-FLORESTA-OMBROFILA-DENSA-COMPARADO-COM-AREA-ABERTA-NA-FLORESTA-NACIONAL-DO-TAPAJOS-(FLONA)-BELTERR)>. Acesso em: 10/04/2023 22:59
- SANTOS, G.P., OLIVEIRA, L.L., SILVA, J.A.P., BARRETO B, N.J.C., ALMEIDA, R.M.. Desconforto térmico durante a estação seca em uma cidade de Clima Tropical Chuvoso da Amazônia. 2018. *Revista Ibero- Americana de Ciências Ambientais* [online] 9, 6. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/2424>. Acesso em:18/11/2022
- SANTOS, G.P.; ALMEIDA,R.M.; MOURA,E.R.S.,OLIVEIRA, L.L., Sensação térmica urbana em área residencial planejada no município de Santarém – Pará, Amazônia, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia e Física*. 2021. Disponível em: Sensação térmica urbana em área residencial planejada no município de Santarém – Pará, Amazônia, Brasil | Santos | Revista Brasileira de Geografia Física (ufpe.br). Acesso em: 18/11/2022

SILVA, J.A.C. Sensação Térmica Horária em Ambiente Aberto no Município de Santarém – PA. [monografia] Santarém: Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFOPA. 2018.

SOUZA, D.M., NERY, J.T. O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. Geografia. 2012 [online] 21, 2, 65-83. Disponível em: O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica | GEOGRAFIA (Londrina) (uel.br). Acesso em: 20/01/23

UCHÔA, P.W.S. Estudo de variações termohigrométricas de cidade equatorial devido ao processo de urbanização: o caso de Santarém PA. Dissertação (Mestrado), 2012. Santarém: Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Amazônia/UFOPA. 77p. Apud LOMBARDO MA. A ilha de calor nas metrópoles - O exemplo de São Paulo. Ed. Huciteck. 1985, 224p

\*\*\*\*\*