

CARACTERIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DA CIDADE DE SANTARÉM – PA

Characterization of the thermal comfort in the Santarém – PA

Tiago Bentes Mandú
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
tiagobentes1@gmail.com

Ana Carla dos Santos Gomes
Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)
anacarlasmq02@gmail.com

Maytê Duarte Leal Coutinho
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)
mayte.coutinho@inmet.gov.br

Aceito: 05/06/2020

Recebido: 04/02/2019

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi caracterizar o conforto térmico da cidade de Santarém, oeste do Pará, por meio da metodologia de Thom proposta em 1959. Para isso, utilizou-se dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, coletados a partir de estações meteorológicas automáticas do Aeroporto Internacional Wilson Fonseca que pertence a Rede de Meteorologia da Aeronáutica (REDEMET) no período de 1999 a 2018, totalizando 20 anos de dados. Com base nessas variáveis meteorológicas, calculou-se o índice de desconforto de Thom (ID) que é uma metodologia empírica, capaz de representar o ambiente térmico. Empregou-se a estatística descritiva no intuito de analisar os registros por meio de medidas de posição, dispersão e gráficos, onde o *software* livre R 3.4.1 foi utilizado para realizar as análises. Os resultados indicaram que o desconforto foi predominante durante todo o ano, com poucos dias confortáveis. Esses resultados ressaltam a necessidade de medidas que busquem melhorar as condições térmicas da cidade de Santarém que pode ser feita por meio de arborização e uso de matérias de construções que apresentam baixos níveis de retenção de calor.

Palavras-chave: Amazônia; Estresse térmico; Índice de desconforto de Thom; Microclima urbano; Arborização.

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the thermal comfort of the city of Santarém, west of Pará, through the Thom methodology proposed in 1959. For this, daily data on temperature and relative humidity of the air were used, collected from automatic weather stations of Wilson Fonseca International Airport, which belongs to the Rede de Meteorologia da Aeronáutica (REDEMET) in the period from 1999 to 2018, totaling 20 years of data. Based on these meteorological variables, the Thom discomfort index (DI) was calculated, which is an empirical methodology, capable of representing the thermal environment. Descriptive statistics were used in order to analyze the records through position, dispersion and graph measures, where free software R 3.4.1 was used to perform the analyses. The results indicate that discomfort is predominant throughout the year, with a few comfortable days. These results highlight the need for measures that seek improvement in the thermal conditions of the city of Santarém that can be done through afforestation and use of materials of buildings that present low levels of heat retention.

Keywords: Amazon; Thermal stress; Thom discomfort index; Urban microclimate; Arborization.

INTRODUÇÃO

As condições térmicas do ambiente, sejam em locais abertos ou fechados, influencia em diversos segmentos da sociedade e pode impactar de forma positiva ou negativa no planejamento urbano de um município (PARSONS, 2014). De acordo com Nicol e Roaf (2017), o conforto térmico (CT) pode ser definido como o ambiente em que as trocas de calor entre o ambiente e energia não resultam em nenhum desconforto ao indivíduo. Por esse motivo, o conhecimento do CT é necessário, por influenciar a qualidade de vida e na eficiência das pessoas, pois afeta sua produtividade, no humor e na ocorrência e agravo de diversas enfermidades (NASTOS E MATZARAKIS, 2006).

A caracterização do conforto térmico permite compreender o microclima urbano uma vez que é ele o principal parâmetro para avaliar a percepção dos habitantes que frequentam diferentes espaços sejam eles abertos ou fechados e avaliam como os parâmetros meteorológicos atuam de forma conjunta a fim de gerar conforto ou desconforto (PARSONS, 2014). E a quantificação deste conforto térmico é dada por índices que de acordo com ASHRAE (2009), representam, em um único parâmetro, o efeito combinado de duas ou mais variáveis climáticas que estima a sensação térmica sentida pelo ser humano.

Estudos na Amazônia são recentes e isso é reflexo do crescimento populacional da região. O clima nesta região é uma combinação de diversas variáveis e fatores, como os ventos alísios, zona de convergência intertropical e alta da Bolívia, com destaque à quantidade de energia solar no topo da atmosfera que é o principal regulador térmico, e a presença da floresta faz com que sejam observados altos valores de umidade relativa do ar durante o ano inteiro (FISCH et al., 1998). Em Santarém, a caracterização de CT se torna importante uma vez que a cidade está em desenvolvimento e é importante um polo turístico do estado do Pará. Salata et al. (2017), afirmam que cidades que apresentam um conforto térmico satisfatório são mais atrativas e visitadas.

O Índice de Desconforto de Thom (ID) se destaca na caracterização do CT, pois por meio de informação da temperatura e umidade relativa do ar é possível estimar a sensação térmica do ser humano, e faz com que seja uma das metodologias mais utilizadas (THOM, 1959; YOSIF e TAHIR, 2013). De acordo com De Freitas e Grigorieva (2017) pela quantidade de índices biometeorológicos presentes na literatura científica, escolher a metodologia mais adequada a condições climáticas da área de estudo é de extrema importância. A escolha do ID é baseada na adaptação para regiões tropicais realizada por Santos et al. (2012) e pela utilização em trabalhos realizados em cidades localizadas na região Norte do Brasil como em Boca do Acre, no Amazonas (Pedreira Jr et al., 2018) e em Palmas, Tocantins (Silva et al., 2017).

Diante da importância do tema que foi exposto, esse trabalho tem como objetivo caracterizar o conforto térmico da cidade de Santarém, oeste do Pará, por meio do índice de desconforto de Thom.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cidade de Santarém, oeste do estado do Pará, localização geográfica está contida na Figura 1. No ano de 2018, a população do município foi estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 302.667 habitantes, sendo então o terceiro município paraense mais populoso, ocupa uma área de 22.887.080 km², sendo que somente 0,42% estão em perímetro urbano. O clima da região é quente e úmido, com temperatura média anual variando de 25 a 28 °C com regime pluviométrico de aproximadamente 1.920 mm por ano. As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de junho a novembro, enquanto o período de maior precipitação pluviométrica é de dezembro a maio (IBGE, 2019).

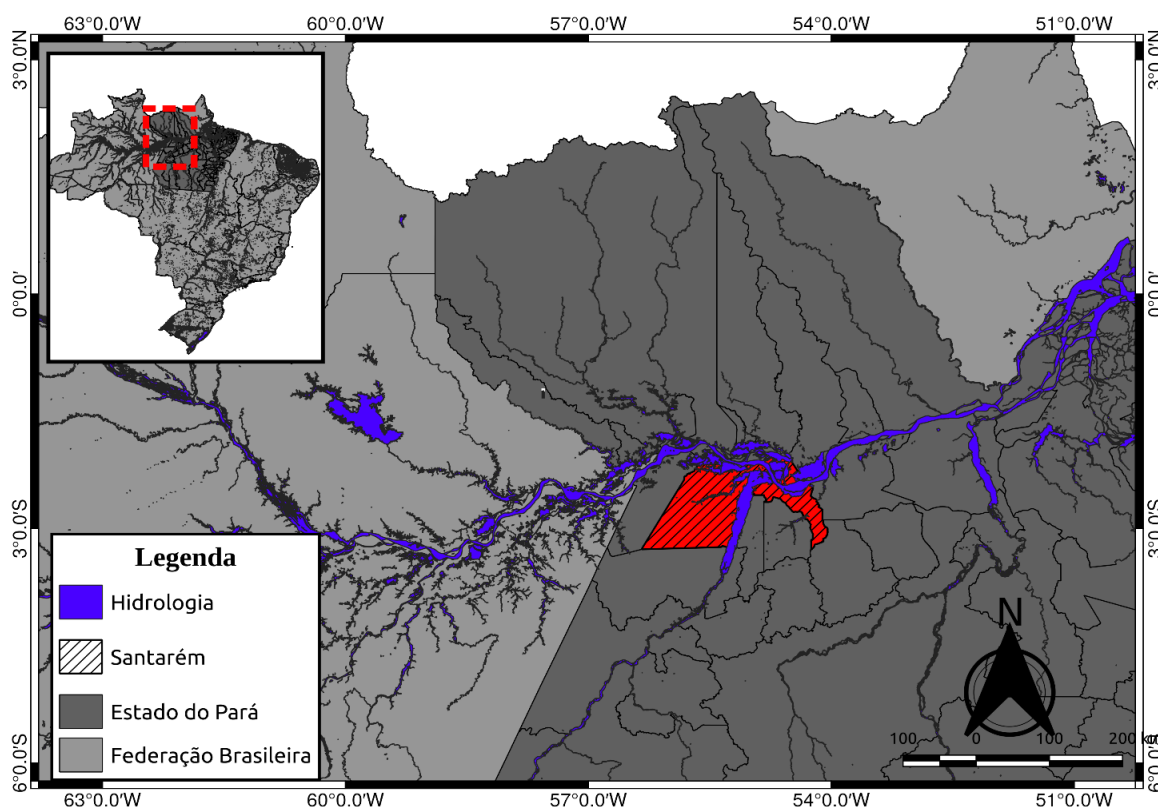


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. **Fonte:** IBGE (2019), adaptado pelos autores.

Foram utilizados dados diários de temperatura e umidade relativa do ar, coletados pela Rede de Meteorologia da Aeronáutica (REDEMET) do Aeroporto Internacional de Santarém — Maestro Wilson Fonseca, disponibilizados gratuitamente pelo Programa de Tecnologia da Informação para a Meteorologia (PROTIM) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em sua plataforma eletrônica para o período de 1999 a 2018.

O conforto térmico pode ser mensurado de diversas maneiras, realizadas a partir de adaptações das equações de balanço de energia, que a partir de equações empíricas se é estimado as condições térmicas de uma região a partir de variáveis meteorológicas (FREITAS e GRIGORIEVA, 2014). Dentre os mais de 160 índices presentes na literatura o Índice de Desconforto (ID), o proposto por Thom em 1959, é um dos mais utilizados e baseia-se em duas variáveis meteorológicas: temperatura e umidade relativa do ar (Thom, 1959), pode ser calculado pela equação abaixo:

$$ID = T - 0,55(1 - 0,01UR) (T - 14,5)$$

Em que ID é o índice de desconforto dado em °C, sendo T a temperatura do ar (°C) e UR a umidade relativa do ar (%).

Guiles et al. (1990) desenvolveu uma tabela de classificação para os níveis de desconforto térmico do ID, entretanto, essa classificação foi realizada para latitudes médias, e como Santarém está localizada na faixa tropical do planeta, optou-se por utilizar a adaptação feita por Santos et al. (2012) contida na Tabela 2.

Tabela 2. Faixas de conforto térmico do Índice de Desconforto para a região tropical.

DESCRIÇÃO	FAIXAS DE DESCONFORTO DO ID (°C)
Confortável	ID < 24
Parcialmente confortável	24 ≤ ID < 26
Desconfortável	26 ≤ ID < 28
Muito desconfortável	ID ≥ 28

Fonte: Santos et al. (2012).

A estatística descritiva que de acordo com Holcomb (2016) é o ramo da estatística que tem como objetivo sintetizar uma série de valores de mesma natureza, permitindo dessa forma que se tenha uma visão global da variação desses valores que organiza e descreve os dados por meio tabelas, gráficos e medidas descritivas, foi utilizada para análise dos dados. A metodologia acima descrita foi realizada com suporte do *software* livre R 3.4.4 (R, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O comportamento mensal dos parâmetros meteorológicos utilizados no cálculo do desconforto térmico é apresentado na Figura 2. É possível observar um comportamento sazonal inversamente proporcional, onde os meses com as maiores temperaturas são os mesmos de menores valores de umidade relativa do ar. De acordo com Fisch et al. (1998), o clima da região amazônica é marcado por duas estações bem definidas: uma chuvosa que compreende os meses de dezembro a abril e outra de estiagem, nos meses de junho a outubro. Sendo os meses de maio e novembro considerado meses de transição.

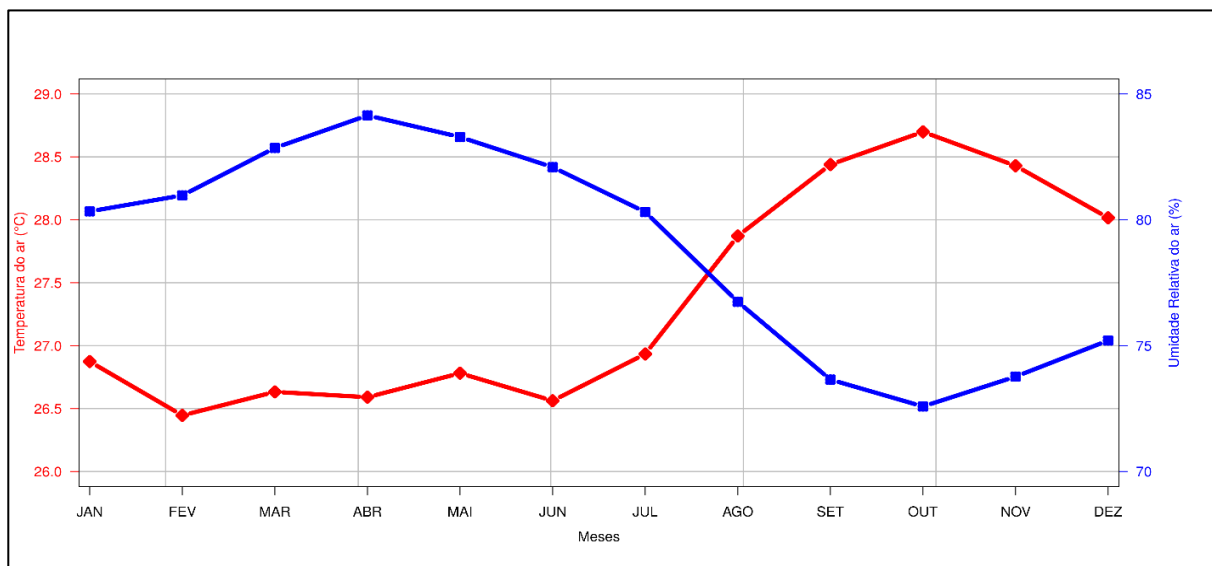


Figura 2. Comportamento mensal da temperatura do ar (linha vermelha) e da umidade relativa (linha azul) do ID em Santarém-PA no período de 1999 a 2018. **Fonte:** autores.

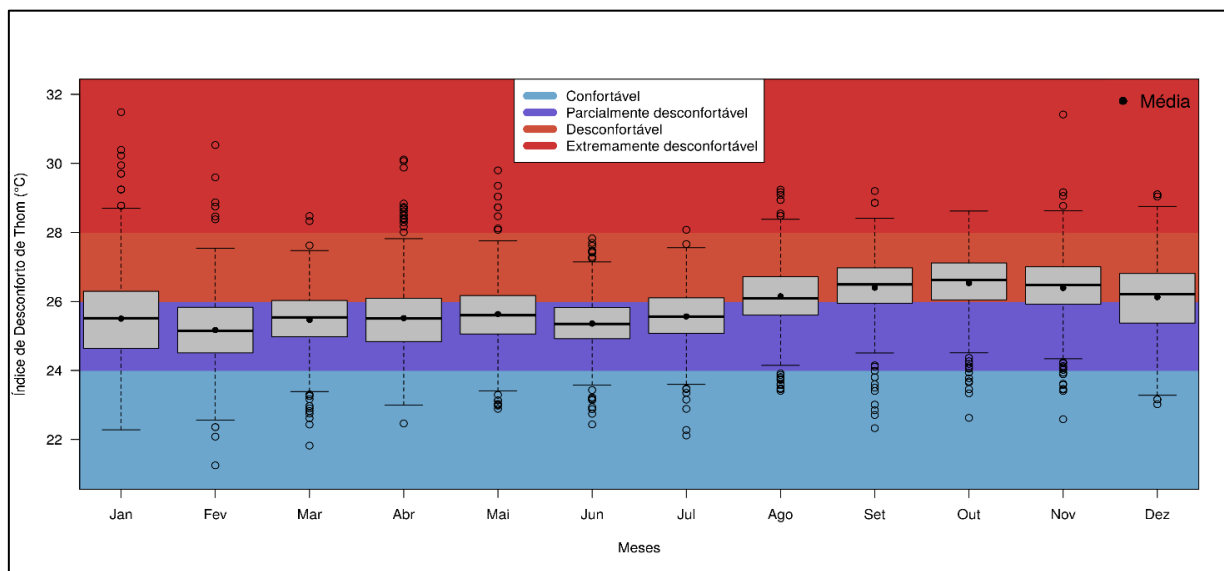


Figura 3. Boxplot mensal do ID de Santarém-PA para o período de 1999 a 2018. **Fonte:** autores.

A partir da Figura 3, é apresentada a variabilidade sazonal do ID, com pontos discrepantes tanto para as escalas de maior desconforto e conforto como o comportamento geral entre as faixas de parcialmente desconfortável e desconfortável. Uma variabilidade uniforme durante todo o ano é observada, sendo relativamente maior no período de dezembro a fevereiro. Em relação as médias, foi observada que a escala parcialmente desconfortável apresenta predominância dentre as faixas do ID, com exceção do período de agosto a dezembro onde é notado desconforto conforme observado na Figura 3.

Segundo Barbosa et al. (2015), verificou-se em cidades na região amazônica é observado um predomínio do desconforto, ocorrido principalmente no período menos chuvoso, resultado que também foi observado no presente estudo, para a cidade de Santarém, oeste do Pará. Na Tabela 3 estão contidos os extremos do ID observados durante o período de estudo. Referente aos máximos observados, todos na escala de extremamente desconfortável, acima mais de 2°C do limiar inicial são observados em quatro anos distintos, apenas 2006 com dois máximos observados nos meses de janeiro e novembro, com predominância maior no primeiro mês. Diferente do observado para os extremos positivos, os mínimos são todos observados em anos distintos em três diferentes meses, sendo que fevereiro apresenta em dois diferentes anos. Son et al. (2016) afirmam que, extremos nas condições térmicas de conforto térmico, seja ela de calor ou frio, pode ser altamente nociva aos seres humanos fazendo com que seja necessário avaliar sua ocorrência a partir de estudos que utilizam índices biometeorológicos, para que seja possível compreender e prever tais eventos a fim de minimizar seus impactos, que podem ir da fadiga até ao óbito.

Tabela 3. Extremos observados no índice de desconforto (ID) de Thom em Santarém-PA, no período de 1999 a 2018.

MÁXIMOS			
Ano	Mês	Dia	ID (°C)
2004	Janeiro	2	30,2
2005	Janeiro	16	31,5
2006	Janeiro	8	30,2
2006	Novembro	28	31,4
2013	Fevereiro	30	30,5
MÍNIMOS			
1999	Julho	11	22,1
2000	Julho	12	22,3
2003	Fevereiro	5	22,1
2007	Fevereiro	21	21,2
2008	Março	12	21,8

Fonte: autores.

A Figura 4 mostra a média de dias por escala do índice, sendo as categorias de confortável e extremamente desconfortável não aparecem por não haver nenhum dia com essas condições nos meses analisados. Apesar da Figura 3 apresentar vários extremos e amplitude que alcançam as quatro faixas do ID (Tabela 1) diferente do observado no comportamento médio, observadas somente as escalas de parcialmente e desconfortável. Na figura 4 foi observado, oito meses na faixa de parcialmente desconfortável, no que diz respeito a categoria desconfortável, notou-se que alguns dias em maio foi observado como também nos meses agosto, novembro e dezembro. Em média, os dias não são confortáveis e a ausência desse conforto pode prejudicar de forma significativa a produtividade e a saúde da população (GENG et al., 2017).

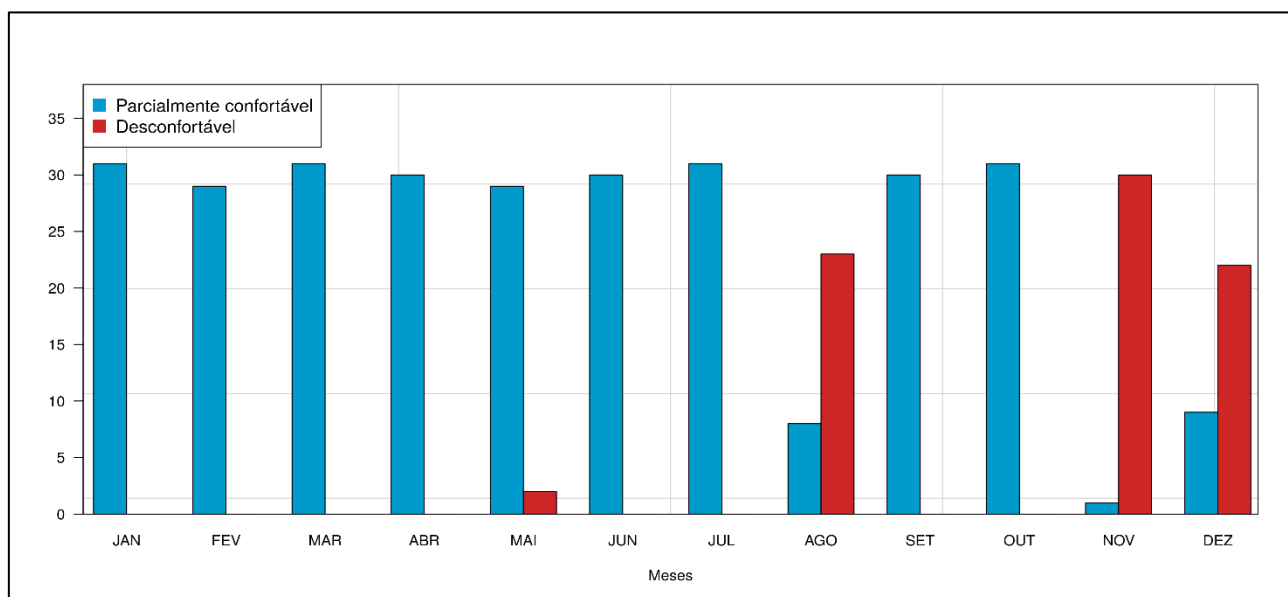


Figura 4. Média da quantidade de dia por mês por escala do ID em Santarém-PA para o período de 1999 a 2018. **Fonte:** autores.

A quantidade de dias por faixa do ID está contida na Tabela 4, em que 7440 dias foram avaliados, contabilizando 620 por mês. No primeiro semestre, são observados poucos dias de muito desconforto, com nenhum dia observado em junho. Para o segundo semestre, a quantidade de dias confortáveis e de parcialmente desconfortável diminuem de forma significativa. É possível observar que no período de setembro a novembro os dias de desconforto aumentam consideravelmente ficando superior a 400, correspondendo a mais de 60% dos dias por meses avaliados, que é causada pela ausência de nebulosidade ocasionada pelo deslocamento da zona de convergência intertropical para o hemisfério norte nesse período do ano (FISCH et al, 1998).

Tabela 4. Quantidade de dias por categoria do índice de desconforto (ID) em Santarém-PA no período de 1999 a 2018.

MESES	Número de dias por faixa do Índice de desconforto de Thom			
	Confortável	Parcialmente confortável	Desconfortável	Muito desconfortável
Janeiro	68	335	179	18
Fevereiro	85	406	122	7
Março	39	420	159	2
Abril	38	403	159	20
Mai	22	400	188	10
Junho	26	481	113	0
Julho	16	429	174	1
Agosto	16	259	325	20
Setembro	11	158	443	8
Outubro	7	125	485	3
Novembro	9	159	439	13
Dezembro	27	226	340	27

Fonte: autores.

O mês com a maior quantidade de dias confortáveis é fevereiro, tal mês mostra 15% de dias nessa faixa, porcentagem baixa dado a importância de dias confortáveis, Barbosa et al. (2015) afirmam que em função dos efeitos de homogeneização das temperaturas do ar, o CT é maior na estação chuvosa, entretanto não difere muito do observado na estiagem, devido à proximidade da linha do equador. Kong et al. (2017) afirmam que a arborização planejada pode colaborar a fim de melhorar as condições de conforto do município.

No que diz respeito ao comportamento mensal, a Figura 5 apresenta o comportamento em intervalos de 5 anos em relação à média geral do período, que permite identificar a variabilidade em períodos curtos diante do valor esperado ou climatológico. De forma geral, para todos os quinquênios avaliados nos meses, mostram-se próximos a média, sendo o mês de outubro acima desta em todo o período. Para os quinquênios de 1999-2003 e 2004-2008, o primeiro semestre do ano apresenta meses abaixo da média, com redução nos dois períodos posteriores, como também, nos meses de fevereiro e maio, que no último quinquênio, verifica-se um crescimento expressivo, que podem ser resultado da urbanização do município ou oriundo de efeito das mudanças climáticas globais. Segundo Medeiros et al. (2018), a análise em intervalos específicos permite verificar se o comportamento do conforto térmico vem sofrendo alterações com o passar do tempo.

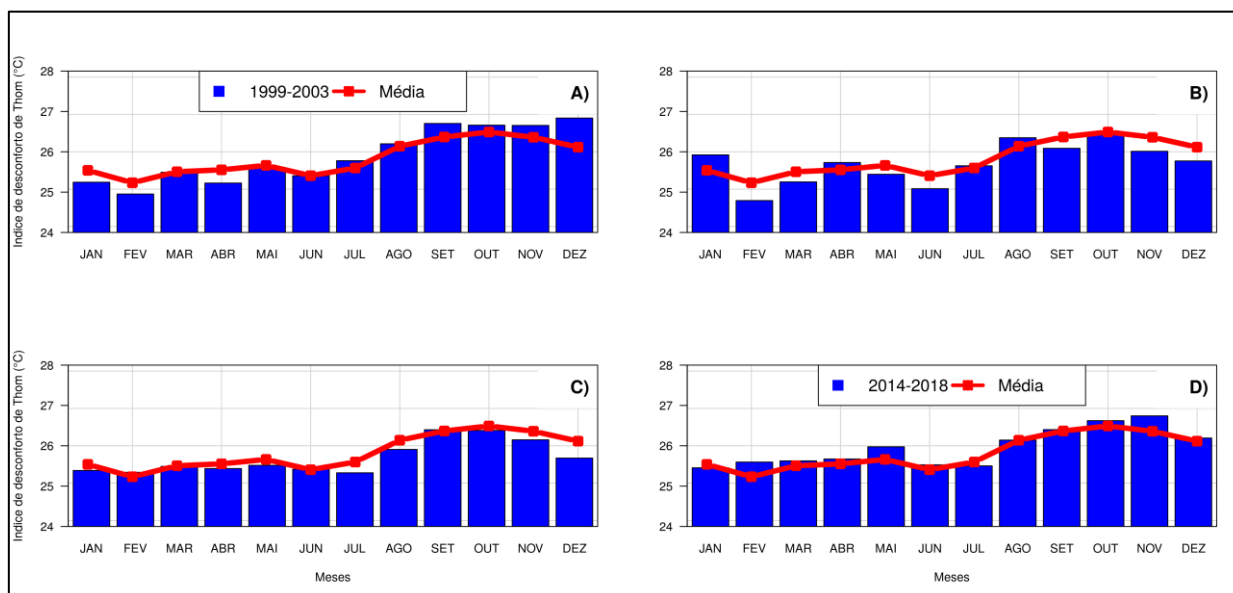


Figura 5. Comparação por quinquênio em relação à média total, a) 1999-2003; B) 2004-2008; C) 2009-2013 e D) 2014-2018, em Santarém-Pará. **Fonte:** autores.

Na Figura 6 está ilustrado o ID anual, a linha preta demarca a média anual, as barras vermelhas e azul demarcam anos acima e abaixo dessa média, respectivamente. É possível observar que dos 20 anos em estudo 12 apresentaram valores acima da média, destaca-se 2013 o ano com o valor mais elevado e 2012 com o de menor valor. Gomes et al. (2015), observaram um crescimento na temperatura máxima na região

do oeste do Pará, o que pode estar relacionado ao fato que 60% dos anos terem se mostrado acima da média.

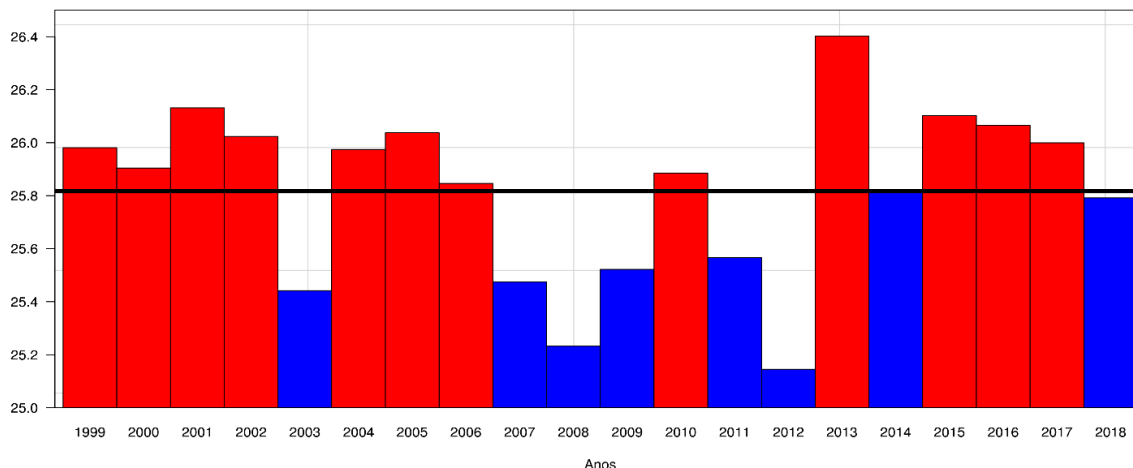


Figura 6. Índice de desconforto de Thom anual em Santarém-PA durante o período de 1999 a 2018, a linha preta representa média anual, as barras vermelhas e azuis são os valores do desconforto. **Fonte:** autores.

Os resultados apontam que o conforto térmico na cidade de Santarém apresenta predominância de desconforto, principalmente no período agosto a dezembro. Silva Junior et al. (2012) e Barbosa et al. (2015) identificaram altos níveis de desconforto em outras cidades na Amazônia. Desconforto que cresce consideravelmente no período de estiagem, resultados que corroboram com os resultados no presente estudo. O mês com maiores dias de extremo desconforto foi no mês de dezembro com um total de 27 dias, que concorda com o observado por Johansson et al. (2018), que afirmam ser no início da estação chuvosa as piores condições térmicas do ano devido as variações nos elementos meteorológicos.

Diante do exposto, foi verificado que a análise objetiva do conforto térmico permite compreender de forma geral, a sensação térmica de um determinado lugar, neste caso em Santarém. Segundo Stathopoulou et al. (2005), o ID de Thom fornece a informação da contribuição combinada da temperatura do ar e umidade relativa na sensação térmica do ser humano, esse índice mostra uma importante ferramenta a fim de estimar a sensação dos moradores de cidades de clima quente a fim de buscar medidas que minimizem seus impactos (COUTINHO et al., 2014; LUCENA et al., 2016; SARMA et al., 2019). Santarém além de sofrer influência da floresta amazônica, ainda tem os efeitos da confluência dos rios que estão à frente da cidade e do transporte de umidade pelo rio Amazonas. Assim, estudos subjetivos de campo, são necessários para verificar se realmente o ID consegue caracterizar a sensação térmica do município.

Este estudo possui duas principais limitações, a primeira é referente período estudado, devido ausência de disponibilidade de dados, compreendeu apenas 20 anos, o que não permitiu verificar o padrão climatológico do conforto térmico para a região de estudo, Santarém não conta com estações meteorológicas convencionais,

e a estação automática foi instalada em setembro de 2015. O segundo é o uso do índice de desconforto de Thom para avaliar o conforto, pois esse é um índice empírico obtido a partir de considerações estatísticas prévias, mesmo apresentando bom desempenho na região tropical, não considera fatores subjetivos como vestimentas e atividades metabólicas, e condições particulares existentes em regiões localizadas próximas a linha do Equador.

CONCLUSÕES

A caracterização do CT permitiu identificar as principais características sazonais e anuais da sensação térmica sentida pelos habitantes da cidade de Santarém, que na maioria dos 20 anos avaliados apresenta em sensação de desconforto. Quando foi realizada a contagem de dias no mês, menos de 15% apresentaram dias confortável e mais de 20% com desconforto. Assim conclui-se existir a necessidade de medidas a fim de melhorar a sensação térmica dos habitantes, no intuito de melhorar a produtividade e qualidade de vida. Espera-se que esses resultados possam colaborar para um melhor entendimento do conforto térmico e ajude na mitigação de medidas para a melhoria desse conforto.

AGRADECIMENTO

A Capes pela concessão da bolsa de iniciação científica do primeiro autor e ao projeto de pesquisa intitulado “Biometeorologia Estatística – Análise dos modos da variabilidade climática sazonal para a região do Oeste do Pará e seus efeitos na Saúde”, vinculado ao Instituto de Engenharia e Geociências (IEG) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHRAE, A. H. F. *American society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*, Estados Unidos, 2009.

BARBOSA, P. H. D.; DA COSTA, A. C. L.; DA CUNHA, A. C.; JUNIOR, J. D. A. S. Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.17, n.1, p.98-118, 2015.

COUTINHO, M. D. L.; DOS SANTOS, T. S.; GOMES, A. C. S.; SILVA, A. R.; DA SILVA, M. C.; MORAIS, M. D. C. O microclima e o (des) conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Natal. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Urbelândia, v.10, n.19, p.65-73, 2014.

DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A. A comprehensive catalogue and classification of human thermal climate indices. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.59, n.1, p.109-120, 2015.

DE FREITAS, C. R.; GRIGORIEVA, E. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.61, n.3, p.487-512, 2017.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta amazonica*, Manaus, v.28, n.2, p.101-126, 1998.

GILES, B. D.; BALAFOUTIS, C. H.; MAHERAS, P. Too hot for comfort: the heatwaves in Greece in 1987 and 1988. *International Journal Biometeorology*, Alemanha, v.34, n.2, p.98-104, 1990.

GENG, Y., JI, W., LI, B.; ZHU, Y. The impact of thermal environment on occupant IEQ perception and productivity. *Building and Environment*, Indiana, v.121, p.158-167, 2017.

GOMES, C. S.; COSTA, M.S.; COUTINHO, M.D.L.; VALE, R.S.; SANTOS, M.S.; SILVA, J.T.; FITZJARRALD, D.R. Análise estatística das tendências de elevação nas séries de temperatura média máxima na Amazônia central: estudo de caso para a região do oeste do Pará. *Revista Brasileira de Climatologia*, São Paulo, v.17, n.11, p.82-97, 2015.

HOLCOMB, Z. C. *Fundamentals of descriptive statistics*. Routledge, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados do Estado do Pará-PA. Disponível: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/>. Acesso em: 11 jul. 2019.

JOHANSSON, E.; YAHIA, M. W.; ARROYO, I.; BENGIS, C. Outdoor thermal comfort in public space in warm-humid Guayaquil, Ecuador. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.62, n.3, p.387-399, 2018.

KONG, L.; LAU, K. K. L.; YUAN, C.; CHEN, Y.; XU, Y.; REN, C.; NG, E. Regulation of outdoor thermal comfort by trees in Hong Kong. *Sustainable Cities and Society*, Montreal, v.31, n.1, p.12-25, 2017.

LUCENA, R. L.; SANTOS, T. H. F.; FERREIRA, A. M.; STEINKE, E. T. Heat and Human Comfort in a Town in Brazil's Semi-arid Region. *International Journal of Climate Change: Impacts & Responses*, Illinois, v.8, n.4, p.15-30, 2016.

MEDEIROS, R. M.; KOZMHINSKY, M.; HOLANDA, R. M.; SILVA, V. P. Variabilidade e Sensação Térmica do Período 1962-2015 na Grande Metrópole Recife-PE, Brasil (Variability and thermal sensation of the period 1962-2015 in the great metropolis

Recife-PE, Brazil). *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.11, n.1, p.16-27, 2018.

NASTOS, P. T.; MATZARAKIS, A. Weather impacts on respiratory infections in the Athens, Greece. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.50, n.6, p.358-369, 2006.

NICOL, J. F.; ROAF, S. Rethinking thermal comfort. *Building Research & Information*, London, v.45, n.7, p.711–716, 2017.

PARSONS, K. *Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort, and performance*. Estados Unidos: CRC press, 2014, p. 538.

Pedreira Junior A. L., Gois D. A., Pinheiro E. N., Barbosa J. de O., Querino C A. S. Temperatura, Umidade relativa do ar e Índice de desconforto térmico (IDT) no município de Boca do Acre Amazonas, *Revista EDUCAmazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente*, Ano 10, Vol XX, Número 1, Jan-Jun, 2018, Pág. 75 – 86.

R Core Team. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2018. <https://www.R-project.org/>

SALATA, F.; GOLASI, I.; PROIETTI, R.; Lieto VOLLARO, A. Implications of climate and outdoor thermal comfort on tourism: the case of Italy. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.61, n.12, p.2229-2244, 2017.

SANTOS, J. S.; SILVA, V. P. R.; SILVA, E.R.; ARAUJO, L.E.; COSTA, A. D. Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em cidade tropical. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v.5, n.3, p.540-557, 2012.

SARMA, A.; BENMARHIA, T.; RAJIVA, A.; AZHAR, G. S.; GUPTA, P.; PEDNEKAR, M. S.; BRILL, M. L. (2019). Advancing our understanding of heat wave criteria and associated health impacts to improve heat wave alerts in developing country settings. *International journal of environmental research and public health*, Basileia, v.16, n.12, p.1-13, 2019.

SILVA JÚNIOR, J. A. et. al. Relações entre as percepções térmicas e índices de conforto térmico dos habitantes de uma cidade tropical na Amazônia Oriental, *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Ituiutaba, v. 3, n.2, p.395-407, 2012.

SILVA, L. F. G.; SOUZA, L. B.; Seleção de anos-padrão para análise rítmica em estudos de conforto térmico: uma proposta de “Confortogramas” a partir de índices, *Revista Brasileira de Climatologia*, Ano 13 – Vol. 20 – JAN/JUL, 2017.

SON, J. Y.; GOUVEIA, N.; BRAVO, M. A.; DE FREITAS, C. U.; BELL, M. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves

in São Paulo, Brazil. *International journal of biometeorology*, Alemanha, v.60, n.1, p.113-121, 2016.

STATHAPOULOU, M. I.; CARTALIS, C.; KERAMITSOGLU, I.; SANTAMOURIS, M. Thermal Remote Sensing of Thom's Discomfort Index (DI): Comparison With in situ Measurements. *The International Society for Optical Engineering*, Tokyo, p.131-139, 2005.

THOM, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, Estados Unidos, v.12, n.2, p.57-61, 1959.

YOUSIF, T. A.; TAHIR, H. M. Application of Thom's thermal discomfort index in Khartoum state, Sudan. *Journal of Forest Products and Industries*, Sudan, v.2, n.5, p.36-38, 2013.