



AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS OBSERVADAS NOS ÚLTIMOS ANOS EM MARABÁ-PA

Edmir dos Santos Jesus¹

Dayane Andrade Caiano²

Hamilton Soares Guimarães³

Marcilene Oliveira Silva⁴

Michaely Kenedy de Jesus Reis⁵

Mudanças Climáticas

Resumo

O estudo do clima está relacionado às características da atmosfera e às suas relações com o espaço geográfico e a sociedade. Assim, verifica-se a importância dos estudos de temperatura, visto que este aspecto afeta de maneira efetiva o meio socioambiental, por meio de alterações climáticas e sua influência na manutenção da vida das populações expostas a essa variante, como a formação de ilhas de calor e stress térmico. No Pará, o regime das chuvas tem sido caracterizado envolvendo principalmente montantes anuais e mensais associados à evapotranspiração de referência para fins de planejamento agrícola ou a eventos resultantes de fenômenos de interação atmosfera-oceano. O município de Marabá localizado a mesorregião sudeste do Pará, encontra-se numa região cercada pelos principais rios e sendo influenciada pelo crescimento urbano e populacional. O objetivo deste trabalho foi mostrar as variações mensais das principais variáveis de campo, como a temperatura do ar, umidade relativa, insolação, evaporação, e vento no município nos últimos anos, período de 2000 a 2019. Os dados utilizados foram da Estação Meteorológica Convencional do INMET através do portal web disponível e utilizando de planilha eletrônica foram confeccionados gráficos mensais com valores médios, além de apresentar os parâmetros estatísticos de cada variável em questão. Os resultados mostraram que os dados satisfazem a climatologia do município, mas segundo alguns estudos acredita-se que com o aumento populacional e da expansão urbana, a cidade possa sentir os impactos principalmente na questão de sensação térmica excessiva nos próximos anos.

Palavras-chave: Precipitação; Temperatura; Estação; Vento.

¹Instituto Tecnológico Vale; Tecnologia Ambiental. 91-980122541.

Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, UNIASSELVI, edmir.jesus@pq.itv.org; edmir.jesus@gmail.com

^{2,3,4}Aluno (s) do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, UNIASSELVI,

3203062@aluno.uniasselvi.com.br; 2886633@aluno.uniasselvi.com.br; 3025203@aluno.uniasselvi.com.br

⁵Tutor Externo - UNIASSELVI; michaely.reis@uniasselvi.com.br



INTRODUÇÃO

A distribuição da precipitação sobre a superfície terrestre é muito mais complexa que a insolação ou a temperatura do ar. Sendo assim, o padrão de distribuição das chuvas sobre o globo depende de diversos fatores, tais como a topografia, a distância de grandes corpos hídricos, a direção e caráter das massas de ar predominantes entre outros (AYOADE, 2003).

As principais preocupações quanto às chuvas são relativas à intensidade e a frequência de suas ocorrências, pelos seus efeitos potencialmente danosos, quando em excesso ou por escassez (MURTA et al., 2005, p. 988). Heller (2006, p. 235) diz que a chuva sobre uma determinada área pode ser medida, em um dado ponto, por meio de pluviômetros e pluviógrafos. Em alguns casos, pode-se medir a sua extensão e variação espacial por meio do radar meteorológico.

Atualmente, o Brasil conta com uma rede de estações meteorológicas, coordenada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O Instituto possui uma rede de 400 estações automáticas e de 258 estações convencionais espalhadas pelo país. Uma destas fica na microrregião de Marabá no estado do Pará. O INMET recebe, processa e envia estes dados para a Sede, localizada em Brasília-DF. A sede, por sua vez, processa estes dados e os envia por satélite para todo o mundo, mantendo dados arquivados para possíveis avaliações e checagens. Nas regiões de clima equatorial ou de clima tropical a estação chuvosa, ou a estação seca, incide quase sempre na mesma época do ano. Nas regiões de climas equatorial e tropical do norte da Amazônia, a estação chuvosa recai quase sempre no outono e o mínimo na primavera. (NIMER, 1989).

Ainda segundo Nimer (1989) não é possível compreender o fenômeno da natureza separadamente, já que a ligação com os demais traz informação que serve para compreender e justificar determinado acontecimento. Caracterizadas pela formação de núcleos com elevadas temperaturas cercados por locais menos quentes, as ilhas de calor são formadas em áreas urbanas visto que muitos materiais de construções comuns absorvem mais calor do sol em comparação a materiais naturais e a áreas rurais menos urbanizadas (Lucena, 2012).

O estudo do clima está relacionado às características da atmosfera e às suas relações com o espaço geográfico e a sociedade. Assim, verifica-se a importância dos estudos de temperatura, visto



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

que este aspecto afeta de maneira efetiva o meio socioambiental, por meio de alterações climáticas e sua influência na manutenção da vida das populações expostas a essa variante, como a formação de ilhas de calor e stress térmico (Cremonez et al., 2014).

No Pará, o regime das chuvas tem sido caracterizado envolvendo principalmente montantes anuais e mensais associados à evapotranspiração de referência para fins de planejamento agrícola ou a eventos resultantes de fenômenos de interação atmosfera-oceano, conhecidos como El Niño Oscilação Sul-Enos (Sudam, 1984; Bastos, 1990; Bastos, 2000; Oliveira et al. 2003; Nogueira et al. 2003). Dessa forma, tem-se que nesse Estado, a variabilidade espacial anual das chuvas é bastante ampla, podendo oscilar de 1.500 mm a 3.000 mm e que o regime das chuvas é distribuído em quatro períodos: chuvoso, estiagem, seco e transição.

A área de estudo está inserida na Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia (RHTA). O clima da RHTA é tropical, com temperatura média anual de 26°C, apresentando dois períodos climáticos bem definidos: o chuvoso (outubro a abril), que corresponde a aproximadamente mais de 90% da precipitação, com existência de alguns dias secos entre janeiro e fevereiro (veranico); e o seco (maio a setembro), com baixa umidade relativa. No rio Tocantins, a época de cheia estende-se de outubro a abril, com pico em fevereiro, no curso superior, e em março, nos cursos médio e inferior; seu principal afluente, o Araguaia, apresenta cheias mais pronunciadas, que ocorrem com um mês de defasagem em relação ao Tocantins e o período de estiagem é bem definido, com vazões mínimas em junho e julho (Costa et al., 2003; Brasil, 2006; Fan et al., 2014).

Mudanças ocorridas no clima causam impactos nos setores natural, social e econômico. Diante disso, os extremos climáticos associados à temperatura e a precipitação podem afetar diretamente o consumo de energia, conforto humano e o turismo (SUBAK et al., 2000; QIAN e LIN, 2005 apud SANTOS, 2009, p. 39).

Portanto, compreender o comportamento das chuvas é algo complexo mais necessário ao diagnóstico da origem de eventos extremos, e ainda, serve como instrumento na prevenção de desastres (BARBIERI, 2008, p. 3891). Além de importante para a Defesa Civil, a compreensão do comportamento das precipitações pluviométricas tem grande proveito em áreas como a Meteorologia, Agronomia, Biologia, Construção Civil, Ciências Ambientais, Ensino de Ciências, etc. O que torna este



tema de vasta importância no domínio científico, comercial e educacional (PEREA MARTINS, 2003, p. 2).

Monitorar as condições do tempo é mais do que um mero serviço. É um dever que todo Setor Administrativo Municipal precisa estar competido a realizar (SOMAR). Perea Martins (2003, p. 2) explica que apesar da importância, em diversas regiões e países os dados de coleta pluviométrica são insuficientes ou inexistentes. Esta dificuldade pode ser atenuada com o uso de coletores pluviométricos, de baixo custo. Com aplicação em países em desenvolvimento onde estas informações trarão melhorias aos setores produtivos ou no planejamento urbano.

O sucesso ou fracasso de um negócio pode estar ligado às características do regime de chuvas de uma determinada região, fazendo com que o conhecimento da conduta desse atributo seja importante nos planejamentos urbanos, agrícolas e ambientais (SIQUEIRA, 2003, p. 2).

O objetivo deste trabalho foi analisar os dados contidos dos últimos anos das condições meteorológicas reinantes neste município, comparando-os com a climatologia.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo compreende a sede da Região Metropolitana do município de Marabá (Figura 1), localizado na mesorregião do Sudeste Paraense, no estado do Pará. Localiza-se cerca de 500 quilômetros ao sul da capital do Estado (Figura 1). Sua localização tem, por referência, o ponto de encontro entre dois grandes rios, Tocantins e Itacaiúnas. A sede municipal apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 05°21'54"S de latitude, 49°07'24" W de longitude e 84 m de altitude. O município ocupa uma área de 15.092,268 km² e conta atualmente com 262.085 habitantes, sendo o décimo município mais populoso da Amazônia (IBGE, 2010).

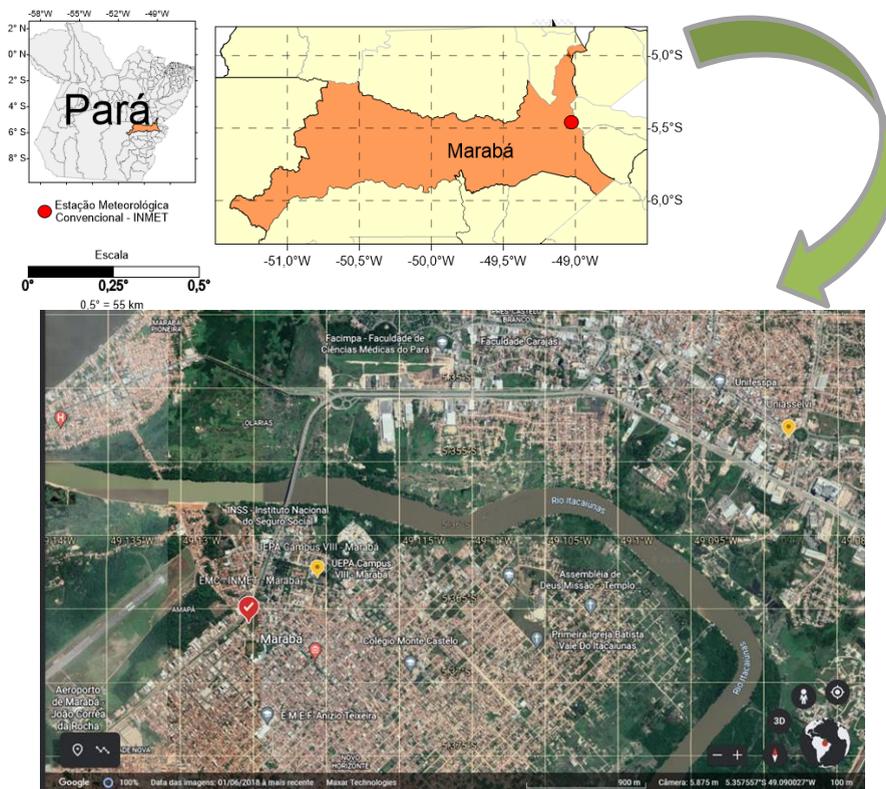
Segundo a classificação de Köppen o clima de Marabá é tropical semiúmido (Aw), com temperatura média anual de 26,0°C e volume médio de precipitação elevado, próximo aos 2.200 mm anuais, sendo os meses mais chuvosos de março (421 mm) e fevereiro (405 mm), enquanto os meses de menor pluviosidade são agosto e julho, com média mensal de apenas 15 mm e 24 mm,



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

respectivamente. A umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano, com médias entre 75% a 90%. A velocidade média do vento é de 1,4 m/s, com predomínio da direção Nordeste (RAMOS, SANTOS e FORTES, 2009).

Os dados meteorológicos utilizados foram de precipitação pluvial (mm), no período de 2000 a 2019; temperatura (°C) e umidade relativa (%) do ar, no período de 2000 a 2016; insolação (h) no período de 2000 a 2019; evaporação de água (mm) no período de 2000 a 2011 e de 2013 a 2016 e velocidade (m/s) do vento no período de 2000 a 2014 disponibilizados pela Estação Meteorológica Convencional do INMET (coordenadas geográficas de latitude 5°21'36"S e de longitude 49°07'48"W e altitude de 95 metros) (Figura 1). Com o uso de planilha eletrônica foram confeccionados gráficos com os valores mensais e apresentados os valores estatísticos como a média aritmética, a mediana, variância e o desvio padrão dessas variáveis.



Fonte: googlemaps

Figura 1: Localização geográfica da Estação Meteorológica Convencional do INMET destacando-se no Bairro do Amapá, próximo ao Aeroporto João Corrêa da Rocha na sede do município de Marabá.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

DADOS PLUVIOMÉTRICOS REVISADOS

A Figura 2 mostra a variação na média mensal da precipitação observada na Estação meteorológica convencional de Marabá, verifica-se que os meses de dezembro a abril (total de 1.314,3 mm) representam a estação chuvosa (com 75%) no município em conformidade com a climatologia (RAMOS, SANTOS e FORTES, 2009) disponível com média anual acima de 1.750 mm. Os meses menos chuvosos são do trimestre (junho-julho-agosto) somando pouco mais que 50,0mm. A média mensal foi de 145,3 mm (ver Tabela 1).

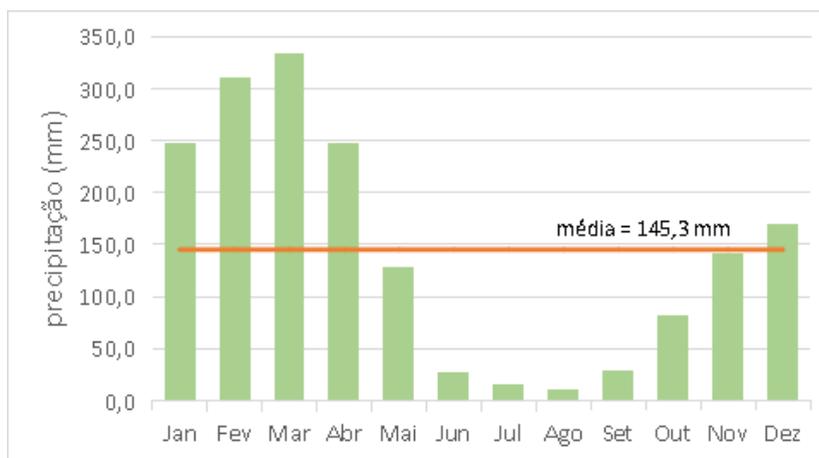


Figura 2: Precipitação mensal em Marabá-PA. Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2019)

A Figura 3 mostra a variação mensal da temperatura do ar, destacando as temperaturas máximas e mínimas registradas ao longo dos anos. Verifica-se que a T_{máx} chega aos 37°C no mês agosto. Já a T_{mín} em julho chega aos 21°C. Em média a temperatura do ar varia entre 27 e 28°C mensalmente.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

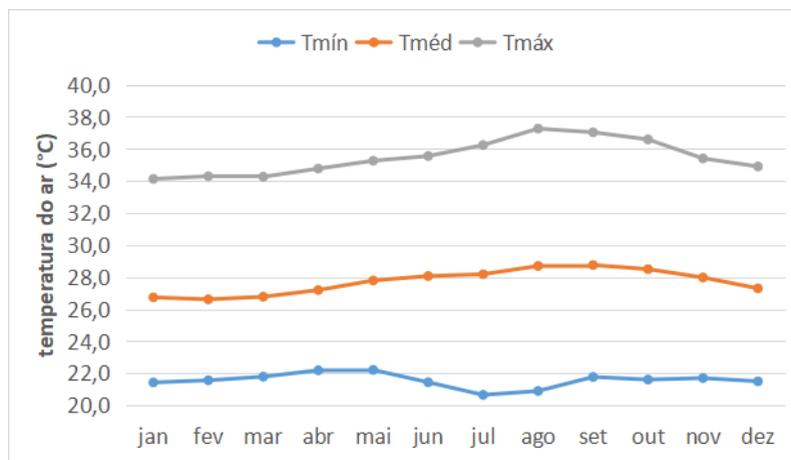


Figura 3. Variação Mensal da temperatura do ar em Marabá-PA.
Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2019).

Na Figura 4 apresenta-se a umidade relativa do ar que inversamente a temperatura do ar varia ao longo do ano de 60 a 80%, conforme se vê destacada no trimestre (Julho-Agosto-Setembro) com baixa em torno de 65%. Já para os meses de dezembro a maio a UR ultrapassa a média mensal representativa foi de 73,6%.

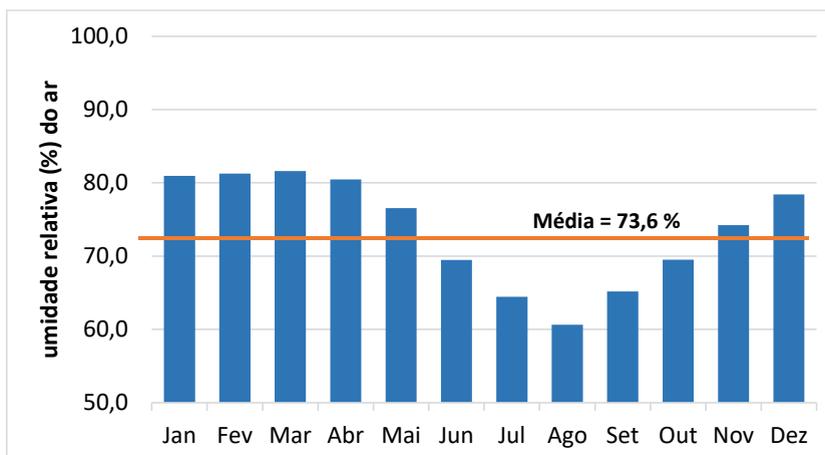


Figura 4. Variação mensal da Umidade relativa do ar.
Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2016).

A Figura 5 representa o número de horas de brilho solar observado durante os meses do ano. Nesta podemos ver que ao contrário da variação na precipitação os valores são baixos. Isso por que a quantidade de cobertura de nuvens são muito presentes nesse período chuvoso (dezembro a abril) que baixa os valores de insolação, ficando em torno de 100 a 160 horas. Já no período menos chuvoso do



município vê-se que ultrapassa a média de 175h e chega a 268 horas de brilho, justificando a temperatura máxima no mês de julho.

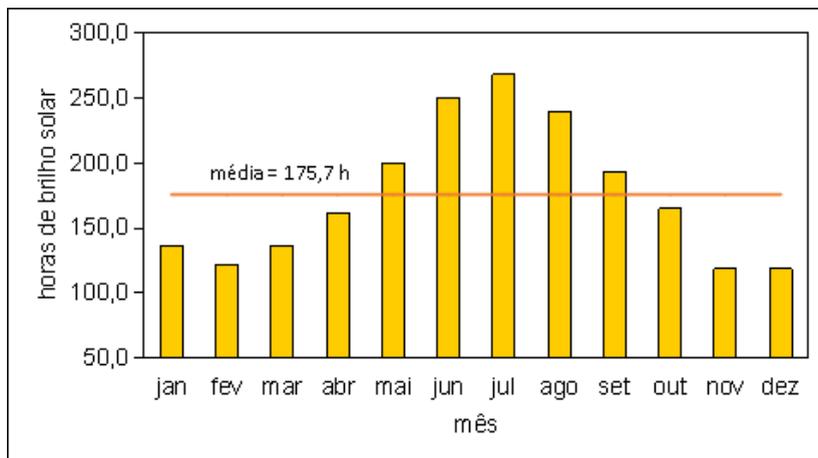


Figura 5. Variação Mensal da Insolação em Marabá-PA.
Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2019)

A variável evaporação expressa a quantidade de água evaporada para a atmosfera e nessa Figura 6 apresenta-se a variação durante os meses conforme as leituras feitas. Contrária a precipitação verifica-se que os meses de junho a outubro mostram valores acima da média de 89 mm. E que os demais meses registram entre 50 e 80mm. Do total evaporativo anual temos 1.069 mm. Desse valor temos que 35% são representativos aos meses chuvosos e 65% aos meses menos chuvosos.

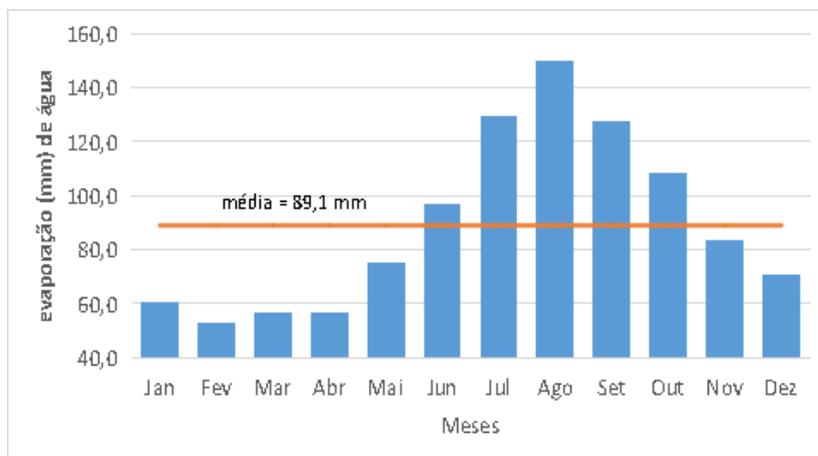


Figura 6: Variação mensal da evaporação da água em Marabá-PA.
Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2011 e de 2013 a 2016)



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

E finalmente a variação da velocidade do vento ao longo do ano (Figura 7), mostra que no período menos chuvoso a velocidade média no mês de setembro (1,7 m/s) ultrapassa a média mensal. Já nos meses em que a temperatura e umidade do ar se mantêm baixa, assim como a precipitação vê-se que os valores médios da velocidade não chegam à média.

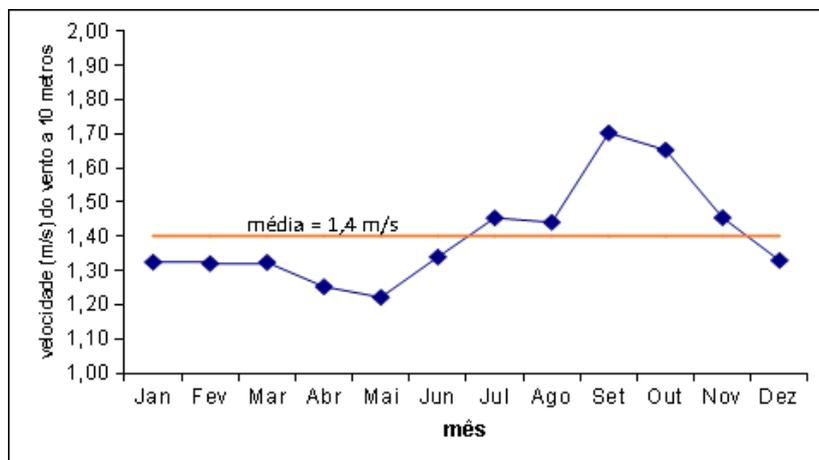


Figura 7: Variação mensal da velocidade do vento registrada na Estação Meteorológica Convencional em Marabá-PA. Fonte: INMET (Período de dados de 2000 a 2014)

Segundo Medeiros (2020) a variação de Tar e UR mostram grande influência da vegetação e a morfologia urbana, onde o primeiro é responsável pela atenuação e absorção de parte dos raios solares, e o segundo, influencia na circulação do vento, na evaporação, além do sombreamento causado pelas edificações e a proximidade dos rios.

A Tabela 1 mostra os parâmetros estatísticos das variáveis em estudo. Destaca-se a variância da precipitação, insolação e evaporação que são variáveis que não são possíveis se prevê devido a seus valores absolutos. Já as demais variáveis não se veem tamanha variação entre os valores.

Tabela 1: Parâmetros estatísticos das variáveis meteorológicas.

| VARIÁVEL | VARIÂNCIA | DESVIO PADRÃO | MEDIANA | MÉDIA |
|-------------------------------|-----------|---------------|---------|---------|
| Precipitação (mm) | 13810,01 | 117,516 | 134,880 | 145,292 |
| Temperatura máxima do ar (°C) | 1,18 | 1,08 | 35,3 | 35,5 |
| Temperatura mínima do ar (°C) | 0,21 | 0,46 | 21,53 | 21,50 |
| Temperatura média do ar (°C) | 0,64 | 0,80 | 27,89 | 27,73 |
| Umidade relativa do ar (%) | 55,74 | 7,47 | 75,40 | 73,56 |
| Insolação (h) | 2879,9 | 53,7 | 163,4 | 175,7 |
| Evaporação (mm) | 1086,04 | 32,95 | 79,60 | 89,09 |
| Velocidade (m/s) do vento | 0,02 | 0,14 | 1,33 | 1,40 |



CONCLUSÕES

Conclui-se que os dados analisados dos últimos anos satisfazem com a climatologia verificada pelo INMET para o município. Os meses que mais se destacaram com alta nos valores de precipitação, umidade relativa do ar foram os meses do período considerado chuvoso da região, de dezembro a maio. Valores estes que mostram tamanha a disponibilidade de água na atmosfera e no solo. As variáveis de estudo registram seus máximos no trimestre setembro-outubro-novembro, confirmando como período mais quente do ano. Segundo alguns estudos acredita-se que com o aumento populacional e da expansão urbana, a cidade tende a sentir os impactos principalmente na questão de sensação térmica excessiva para os próximos anos. Ressalta-se que estes dados diários de chuva acumulada são informações de suma importância aos agricultores, pois seu monitoramento sistemático sendo fundamental para os mais variados setores da economia e planejamento ambiental de uma região, no sistema de geração de energia elétrica, e alerta da Defesa Civil, etc. E com a análise de dados por um período maior será possível prever tempos de seca ou excessos de chuvas, utilizando os sistemas de monitoramento climático, e assim, auxiliar a agricultura informando ao produtor sobre as previsões do clima, análise de riscos e desenvolvimento de estratégias para minimizar os possíveis danos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI pelo incentivo aos trabalhos.

REFERÊNCIAS

AYOADE, John O. Introdução a climatologia para os trópicos. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 332 p.

BARBIERI, D.W.; MARCELINO, I.P.V.O.; SAUSEN, T. M. Anomalias de precipitação para a região Sul do Brasil: análise de consistência. In: V Seminário Latino-americano e I Seminário Ibero-americano



de Geografia Física. 12 a 17 de maio de 2008, Santa Maria, RS. /Anais/, p. 3891-3903.

COSTA, M. H.; BOTTA, A.; CARDILLE, J. A. Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283, p.206-217, 2003.

CREMONEZ, F.E., CREMONEZ, P. A., FEROLDI, M., CAMARGO, M. P., KLAJN, F. F., & FEIDEN, A. (2014). Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, 13(5), 3821-3830.

FAN, F.; COLLISCHONN, W.; JIMENÉS, K.; SORRIBAS, M.; BUARQUE, D.; SIQUEIRA, V. Ensemble flood forecasting on the Tocantins River - Brazil. *Geophysical Research Abstracts*, v.16, p.1818. 2014.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. (Org.). Abastecimento de água para consumo humano. 1. ed. Belo Horizonte -MG: Editora da UFMG, 2006, v. 1, p. 860.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Populacional 2010. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_do_PA2010.pdf> Censo Populacional 2010. Acesso em: 11 de dezembro de 2010.

LUCENA, A. J. (2012) A Ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro. 2012. 473 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil). COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ.

MEDEIROS, N. L.; JESUS, E. S.; GOMES JESUS, N. V. Variabilidade Espacial do Conforto Térmico em pontos distintos do Município de Marabá-Pa. In: PONTES, A. N. e ROSÁRIO, A. S. (Org.). *Ciências ambientais: climatologia, geotecnologias, mineração e estudos de monitoramento*. Belém-PA: EDUEPA, 2020. 166p.: ilustradas. ISBN 978-65-88106-08-2.

MURTA, Rogério Mendes; TEODORO, Sônia Martins; BONOMO, Paulo; CHAVES, Modesto Antônio. Precipitação pluvial mensal em níveis de probabilidade pela distribuição gama para duas localidades do sudoeste da Bahia. *Ciênc. agrotec.* [online]. 2005, vol.29, n.5, p. 988-994. ISSN 1413-7054.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

NIMER, EDMON. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422p. 2ed.

PEREA MARTINS, João E. M. Gotas em detalhes: Coletor desenvolvido na Unesp registra volume de chuvas, data e horário em que ocorreram. Pesquisa Online FAPESP, SP, ed. 92, 2003. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=2295&bd=1&pg=1&lg=>>>. Acesso em: 01 fev. 2022.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A.; FORTES, L. T. G. (Ed.). Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990, 2009.

SILVEIRA, I. F. (2003). Linguagem JAVA: Java, das torradeiras à Internet. Disponível em: <<http://www.infowester.com/lingJava.php>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

SOMAR, Southern Marine Weather Services. SOMAR Meteorologia: CASES - Prefeituras. Butantã - SP. Disponível em: <http://www.somarmeteorologia.com.br/cases_prefeituras.php>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SUDAM,1984; Bastos, 1990; Bastos, 2000; Oliveira et al. 2003; Nogueira et al. 2003: fenômenos de interação atmosfera-oceano, conhecidos como El Niño Oscilação Sul–Enos.