

Estudos dos fatores meteorológicos na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto

Studies of meteorological factors in the river Uruçuí Preto hydrographic basin

Estudios de factores meteorológicos en la cuenca hidrográfica del río Uruçuí Preto

Recebido: 07/03/2022 | Revisado: 16/03/2022 | Aceito: 24/03/2022 | Publicado: 30/03/2022

Raimundo Mainar de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7361-1281>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Luciano Marcelo Fallé Saboya

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7586-6867>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: lsaboya@hotmail.com

Moacyr Cunha Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3466-8143>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: Moacyr.cunhafo@ufrpe.br

Manoel Viera de França

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4973-9327>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: manoevieira.ufrpe@gmail.com

Wagner Rodolfo de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7203-0338>
Universidade Estácio de Sá, Brasil
E-mail: wagneraraujops@gmail.com

Romildo Morant de Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: romildomorant@gmail.com

Resumo

O objetivo é mostrar a variabilidade dos fatores meteorológicos na área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI, visando uma contribuição ao desenvolvimento sustentável nas áreas produtivas da agropecuária, grão, fruticultura, pesca, laser e hidrologia. Os fatores meteorológicos estudados são: temperatura (máxima; média e mínima) do ar, e suas flutuações de máximo e mínimo, amplitude térmica, umidade relativa, vento (intensidade e direção), insolação total, cobertura de nuvens, evaporação, evapotranspiração, precipitação pluvial. Os dados trabalhados são da série de 1960-1990, adquiridos pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Piauí. A temperatura máxima anual é de 32,1 °C, sua mínima anual é de 20,0 °C e a temperatura média anual de 26,1 °C. Utilizou-se da classificação climática de Köppen, onde se distinguem dois tipos climáticos na bacia do rio Uruçuí Preto – PI, o tipo “Aw”, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno; e o tipo “Bsh”, semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco. A variação da amplitude térmica é de 11,9 a 14,9 °C. A umidade relativa média é de 47 a 79%, precipitação anual é de 937,7 mm, observou-se que a marcha anual de umidade relativa acompanha a distribuição anual da precipitação, porque a precipitação é o processo de alimentação das fontes naturais de vapor da água e umidade. A insolação total na área estudada oscila entre 2520 a 2750 horas. A evaporação anual oscila de 100 a 226 mm e a evapotranspiração anual flutua entre 1.160 a 1.600 mm, a intensidade do vento anual com os seguintes destaques na área de pequena intensidade de vento no extremo sul e na parte central e norte da região sul encontra-se as maiores intensidades, ventos moderados no setor norte da região central e em toda área da região norte. A cobertura anual de nuvem oscila entre 0,4 a 0,6 décimos.

Palavras-chave: Variabilidade climática; Balanço hídrico; Oscilações mensais e anuais.

Abstract

The objective is to show the variability of meteorological factors in the area of the Uruçuí Preto river basin - PI, aiming at a contribution to sustainable development in the productive areas of agriculture, grain, fruit, fishing, laser and hydrology. The meteorological factors studied are: temperature (maximum, average and minimum) of the air, and its maximum and minimum fluctuations, thermal amplitude, relative humidity, wind (intensity and direction), total insolation, cloud cover, evaporation, evapotranspiration, precipitation pluvial. The data used are from the 1960-1990 series, acquired by the Superintendence of Northeast Development and by the Technical Assistance and Rural Extension Company of Piauí. The maximum annual temperature is 32.1 °C, its annual minimum is 20.0 °C and the

average annual temperature is 26.1 °C. The Köppen climate classification was used, where two climate types are distinguished in the Uruçuí Preto River basin – PI, the “Aw” type, hot and humid tropical, with rain in the summer and dry in the winter; and the “Bsh” type, hot semi-arid, with summer rains and dry winters. The variation of the thermal amplitude is from 11.9 to 14.9 °C. The average relative humidity is 47 to 79%, annual precipitation is 937.7 mm, it was observed that the annual rate of relative humidity follows the annual distribution of precipitation, because precipitation is the process of feeding the natural sources of steam. Of water and moisture. Total insolation in the studied area ranges from 2520 to 2750 hours. The annual evaporation fluctuates from 100 to 226 mm and the annual evapotranspiration fluctuates between 1,160 to 1,600 mm, the annual wind intensity with the following highlights in the area of low wind intensity in the extreme south and in the central and northern part of the southern region is found. If the highest intensities, moderate winds in the northern sector of the central region and throughout the northern region. Annual cloud coverage ranges from 0.4 to 0.6 tenths.

Keywords: Climate variability; Water balance; Monthly and annual fluctuations.

Resumen

El objetivo es mostrar la variabilidad de los factores meteorológicos en el área de la cuenca del río Uruçuí Preto - PI, buscando una contribución para el desarrollo sostenible en las áreas productivas de agricultura, granos, frutas, pesca, láser e hidrología. Los factores meteorológicos estudiados son: temperatura (máxima, media y mínima) del aire, y sus fluctuaciones máximas y mínimas, amplitud térmica, humedad relativa, viento (intensidad y dirección), insolación total, nubosidad, evaporación, evapotranspiración, precipitación pluvial. Los datos utilizados son de la serie 1960-1990, adquiridos por la Superintendencia de Desarrollo del Nordeste y por la Empresa de Asistencia Técnica y Extensión Rural de Piauí. La temperatura máxima anual es de 32,1 °C, su mínima anual es de 20,0 °C y la temperatura media anual es de 26,1 °C. Se utilizó la clasificación climática de Köppen, donde se distinguen dos tipos de clima en la cuenca del río Uruçuí Preto – PI, el tipo “Aw”, tropical cálido y húmedo, con lluvia en verano y seco en invierno; y el tipo “Bsh”, semiárido cálido, con lluvias en verano e inviernos secos. La variación de la amplitud térmica es de 11,9 a 14,9 °C. La humedad relativa promedio es de 47 a 79%, la precipitación anual es de 937.7 mm, se observó que la tasa anual de humedad relativa sigue la distribución anual de la precipitación, debido a que la precipitación es el proceso de alimentación de las fuentes naturales de vapor de agua y humedad. La insolación total en el área de estudio oscila entre 2520 y 2750 horas. La evaporación anual fluctúa de 100 a 226 mm y la evapotranspiración anual fluctúa entre 1.160 a 1.600 mm, la intensidad del viento anual con los siguientes se destaca en la zona de baja intensidad de viento en el extremo sur y en la parte central y norte del región sur se encuentra si las mayores intensidades, vientos moderados en el sector norte de la región central y en toda la región norte. La nubosidad anual oscila entre 0,4 y 0,6 décimas.

Palabras clave: Variabilidad climática; Balance hídrico; Oscilaciones mensuales y anuales.

1. Introdução

As condições dos fatores climáticas e hidrológicas de determinada região são os principais parâmetros na estimativa das disponibilidades hídricas desse território e/ou região. Nos estudos hidroclimatológicos as premissas básicas que nortearão o desenvolvimento dos trabalhos na definição do modelo de planejamento e gestão dos recursos hídricos a ser implementado. Desta maneira, a compatibilização entre a disponibilidade e a demanda hídrica somente poderá ser feita quando devidamente ponderados os parâmetros climáticos, especialmente precipitação, evaporação e evapotranspiração, e hidrológicos, como a movimentação e a quantificação das águas superficiais e subterrâneas no tempo e no espaço.

O clima também exerce grande influência sobre o ambiente, atuando como fator de interações entre componentes bióticos e abióticos. O clima de qualquer região, situada nas mais diversas latitudes do globo, não se apresenta com as mesmas características em cada ano (Soriano, 1997). Em região de clima de áreas próximas contrastantes (de um lado chuvoso do outro semiárido), como o Nordeste do Brasil (NEB) e em especial o estado do Piauí, o monitoramento da precipitação, principalmente, durante o período chuvoso é muito importante para tomada de decisões que tragam benefício para população. Um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é uma ferramenta indispensável na mitigação de secas, cheias, enchentes, inundações, alagamentos (Paula et al., 2010). Dentre os fatores do clima de áreas tropicais, a precipitação pluviométrica é o que mais influencia a produtividade agrícola (Ortolani et al., 1987), principalmente na região semiárida, onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade (Santana et al., 2007), em função disto a

sazonalidade da precipitação concentra quase todo o seu volume durante os cinco a seis meses no período chuvoso (Silva, 2004).

A variação espacial e temporal são características próprias do tempo e clima. A variação temporal é uma característica que deve ser estudada com maior particularidade e em diferentes escalas cronológicas. Pois estes estudos permitirão o conhecimento do clima no passado, presente e até mesmo realizar prognósticos e diagnósticos para situações climáticas futuras a partir de modelos matemáticos utilizados (Fernando, 2008).

Vários estudos têm sido preparados tendo como tema a variabilidade e suas características climáticas, portanto ainda está longe de chegar a um consenso, principalmente, no que tange a influência local nas tendências globais. Contudo os estudos climáticos locais, principalmente sobre a temperatura, umidade relativa e precipitação são essenciais para se compreender os impactos que estas variações podem trazer para a população em geral. Se realmente as flutuações forem significativas em âmbito local, essas mudanças poderão causar impactos socioeconômicos (na produção agrícola e agropecuária), impactos ambientais (mudanças nos ecossistemas) e impactos sociais (proliferação de vetores de doenças) (Maluf et al., 2011).

A precipitação é fundamental para a caracterização climática (Ferreira da Costa, 1998), e o seu monitoramento tem fundamental importância para a gestão e manutenção dos recursos hídricos, pois fornece dados que contribuem nos planejamentos públicos e nos estudos que buscam o uso sustentável da água. Os dados pluviométricos, por exemplo, são essenciais para estudos como os de (D'almeida et al., 2006; Costa 2007; Sampaio et al., 2007 e Coe et al. 2009), os quais concluíram que o desmatamento da floresta Amazônica está influenciando diretamente no desequilíbrio do meio ambiente, principalmente no ciclo hidrológico, onde em simulações mostraram um decréscimo significativo na evapotranspiração e na precipitação.

Silva et al. (2013), mostrou que o estado do Piauí tem condições climáticas diferenciadas, com oscilação nos índices pluviométricos cuja origem é bastante individualizada, apresentando também temperaturas médias anuais relativamente variáveis. As precipitações pluviométricas apresentam grande variabilidade espacial e temporal, mostrando dois regimes chuvosos: no sul do Estado chove de novembro a março; no centro e norte, a estação chuvosa tem início em dezembro, prolongando-se até maio. Os índices pluviométricos variam entre 700 e 1.300 mm na região sul, entre 500 e 1.450 mm na região central e entre 800 e 1.680 mm no norte do Estado. Objetivou-se analisar as variabilidades pluviométricas municipais entre os diferentes regimes pluviométricos para o estado do Piauí (regiões Norte; Central e Sul), e comprovou-se que têm áreas comuns de ocorrências de chuvas com os seus respectivos sistemas provocadores e inibidores. Na região Norte os índices pluviométricos têm uma distribuição mais regular que nas áreas Central e Sul, evidenciando os aspectos fisiográficos, relevo, fauna, flora e distância do mar. Devido à grande variação na pluviometria ao longo dos anos, pôde-se observar que os fenômenos de macro, meso e micro escalas são de grande importância para os regimes de chuvas do estado do Piauí, os quais seguem tempo cronológico de suas atividades e duração.

Medeiros et al. (2013), mostrou que a variabilidade é um dos fatores mais conhecidos da dinâmica climática, e o impacto produzido por esse fenômeno, mesmo dentro do esperado pode ter reflexos significativos nas atividades humanas. Objetivou a analisar a variabilidade climática da umidade relativa, temperatura máxima na bacia do Rio Uruçuí Preto – Piauí, enfocando tais variações como um meio para compreender futuras mudanças. Utilizaram-se dados de temperatura máxima, umidade relativa e totais pluviométricos mensais e anuais de 1960 a 1990. Como resultado deste trabalho pode-se afirmar que as temperaturas máximas anuais aumentaram durante o período analisado, podendo acarretar vários problemas socioeconômicos, bem como, para a saúde humana. A partir dos dados, verificou-se, também, que a umidade relativa está diminuindo ao longo da série estudada, fato que pode estar relacionado com o aumento da temperatura e conseqüentemente com uma maior evaporação das águas. Sobre os totais pluviométricos anuais, notou-se que os valores estão aumentando

gradativamente, sendo que esse aumento pode estar relacionado com o aumento da temperatura, que faz com que se tenha uma maior evaporação e conseqüentemente uma maior precipitação.

Segundo Marengo et al. (2007), a amplitude térmica para Região Sul do Brasil apresentou tendências negativas agudas no período de 1960-2002, indicando que as temperaturas mínimas foram mais intensas que as máximas, especialmente no verão. Para Rusticucci et al. (2004), tendências negativas na amplitude térmica diurna, são devido a variações positivas das tendências da temperatura mínima. De acordo com as análises de Marengo et al (2007), o aquecimento observado parece ser mais intenso no inverno que no verão, o que provavelmente está relacionado ao aumento do número de dias quentes no inverno (Campos, 2010).

A temperatura expressa de maneira simples à energia contida no meio. No decorrer de um dia a energia a disposição do ambiente oscila entre dois valores extremos, ou seja, entre a temperatura mínima e a máxima. Como essa energia vai de um extremo ao outro, ela atua no contínuo estímulo aos processos fisiológicos vitais nos seres vivos, a exemplo do desenvolvimento e crescimento das espécies vegetais, como: transpiração, respiração, germinação, crescimento, floração e frutificação. Em cada estágio de desenvolvimento da planta existem faixas adequadas de temperaturas para seu perfeito desenvolvimento (Costa et. al., 2011). Além do mais o ciclo diário da temperatura predomina no conforto térmico e na adequação do ser humano e animal em determinados locais. Rodrigues et. al. (2010) mostrou que a variabilidade da temperatura mínima para o município de Lavras/MG, vem sofrendo alterações nos valores mínimos.

Medeiros et al, (2014), analisaram-se as direções predominantes do vento mensais sobre a bacia do Rio Uruçuí Preto. A direção predominante do vento foi descrita a partir da frequência de ocorrência em determinada direção, a metodologia adota de Galvani et al. (1999). Representaram-se as direções predominantes do vento para a bacia e as referidas contribuições predominantes para o período chuvoso e seco. Medeiros (2010) esclareceu que as possibilidades de barramentos de dunas móveis devem ser trabalhadas nas maiores entradas de predominâncias dos ventos e suas intensidades. Realizou-se um contador com a finalidade de calcular a frequência de entrada do vento predominante para a área estudada. As direções predominantes com maiores frequências de entrada foram: nordeste-sudeste com 19 vezes, leste-sudeste com 13 vezes e nordeste com 5 vezes no entorno da bacia.

O objetivo deste trabalho é demonstrar que os fatores meteorológicos estudados tais como: temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e suas flutuações de máximo e mínimo, amplitude térmica, umidade relativa do ar, vento (intensidade e direção), insolação total, cobertura de nuvens, evaporação, evapotranspiração e precipitação pluvial têm suas contribuições para a variabilidade climática e suas oscilações visando mudanças climáticas.

2. Material e Métodos

A região é drenada pelo rio Uruçuí Preto e pelos afluentes Ribeirão dos Paulos, Castros, Colheres e o Morro da água, e pelos riachos da Estiva e Corrente, ambos perenes. A bacia do rio Uruçuí Preto, encontra-se preponderantemente encravada na bacia sedimentar do rio Parnaíba, constituindo-se como um dos principais tributários pela margem direita. Possui uma área total de aproximadamente 15.777 km², representando 5% do território piauiense e abrange parte da região sudoeste, projetando-se do sul para o norte em forma de lança (COMDEPI, 2002).

A área de interesse do estudo dispõe de uma rede de estações meteorológicas reduzida e espacialmente mal distribuída, o que dificulta uma boa caracterização das condições climáticas. Sendo assim, utilizou-se de dados interpolados, estimados e gerados por retas de regressões lineares múltiplas, através do software estima_T (Cavalcanti et al., 2006; Cavalcanti et al., 1994). Para a análise do comportamento climático intermunicipal da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, foram utilizados dados de precipitação adquiridos através da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE

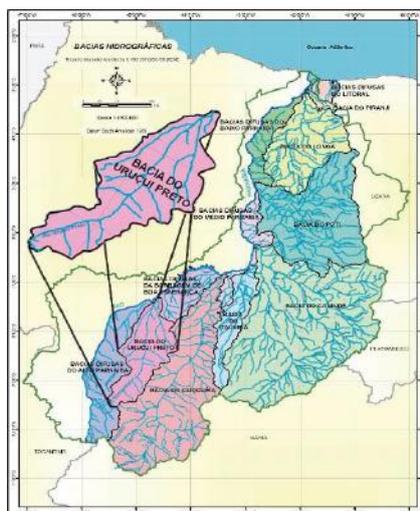
1990) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí (EMATERPI 1991) para o período de 1960 a 1990, que compreende 49 postos pluviométricos localizados na área de estudo.

A bacia do rio Uruçuí Preto é formada por 25 municípios e 24 fazendas que contém dados pluviométricos com uma série de 30 anos (período de 1960-1990). A temperatura máxima anual é de 32,1 °C, sua mínima anual é de 20,0 °C e a temperatura média anual de 26,1 °C. Utilizou-se da Classificação climática de acordo com os sistemas de tipo de clima, onde se distinguem dois tipos climáticos na bacia do rio Uruçuí Preto – PI, o “Aw”, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno; é o tipo “Bsh”, semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco (Medeiros 2013).

O regime de precipitação que compreende a área de estudo começa com as chuvas de pré-estação, iniciando-se na segunda quinzena do mês de outubro. A caracterização do período chuvoso começa nos primeiros dias do mês de novembro e prolonga-se até o mês de março, tendo como trimestre mais chuvoso os meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

Os fatores provocadores de chuva que se apresentam em predominância para a bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto, são as formações de linhas de instabilidade transportadas pelos ventos alísios de Sudeste-Nordeste, trocam de calor, vestígios de frentes frias quando das suas penetrações mais ativas, formações de aglomerados convectivos, orografia, contribuições de formação de vórtices ciclônicos, esteira transportadora, orografia e os efeitos locais, são fatores que aumentam o transporte de vapor d’água e umidade e consequentemente a cobertura de nebulosidade.

Figura 1. Localização da bacia do rio Uruçuí Preto - PI.



Fonte: Medeiros (2016).

Normalmente as chuvas têm intensidade moderada (de tempo regular e por volta de sete a oito horas de chuvas descontínuas diárias), seguidas de irregularidade devido às falhas dos sistemas meteorológicos atuantes. Salienta-se que a ocorrência de períodos de veranicos (ocorrências de vários dias consecutivos sem chuva durante o período chuvoso) no quadrimestre (dezembro, janeiro, fevereiro, março) é esperada. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos desativados. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores a dezenove (19) dias no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre (Medeiros 2013).

3. Resultados e Discussões

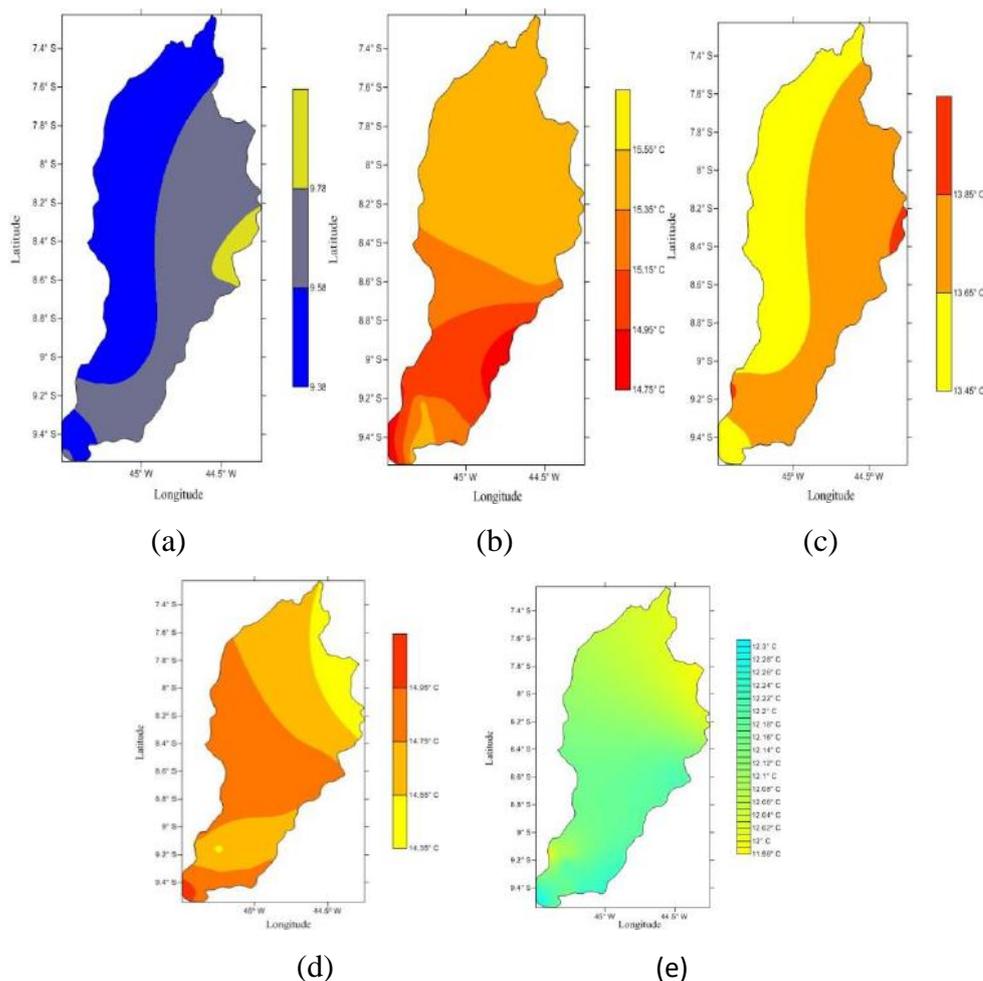
A Figura 2 (a, b, c, d, e) representam a amplitude térmica (a) do mês mais frio; (b) do mês mais quente; (c) quadrimestre mais frio (d) quadrimestre mais quente; (e) e anual, para a área da bacia do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 2a tem-se a amplitude térmica do mês mais frio (janeiro) para a área da BHRUP, observa-se que na parte oeste e no extremo sudoeste predominam a área das menores amplitudes, a faixa de amplitudes média predominante ocorre em toda área (região norte, central e sul) com sua flutuação oscilando entre 9,58 a 9,78 °C, também foi observado pequena área de amplitude térmica superior a 9,78 °C no setor leste da área de estudo.

A Figura 2b representa a amplitude térmica do mês mais quente (setembro) para a área da BHRUP, observa-se uma pequena faixa de amplitude térmica no extremo sul da área de estudo superior a 15°C, pequena área nos setores sudeste e sudoeste como amplitude variando entre 14,7 a 15,2 °C e parte da região sul, parte da região central com amplitude térmica oscilando entre 14,5 a 15,2 °C, a amplitude térmica predominante na parte central e em toda área norte é de 15,3 °C.

Na Figura 2c tem-se o comportamento térmico do quadrimestre mais frio (dezembro a março) a qual segue as características da Figura 1a.

Figura 2. Amplitude térmica (°C): (a) mês frio; (b) mais quente; (c) quadrimestre mais frio (d) quadrimestre mais quente; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

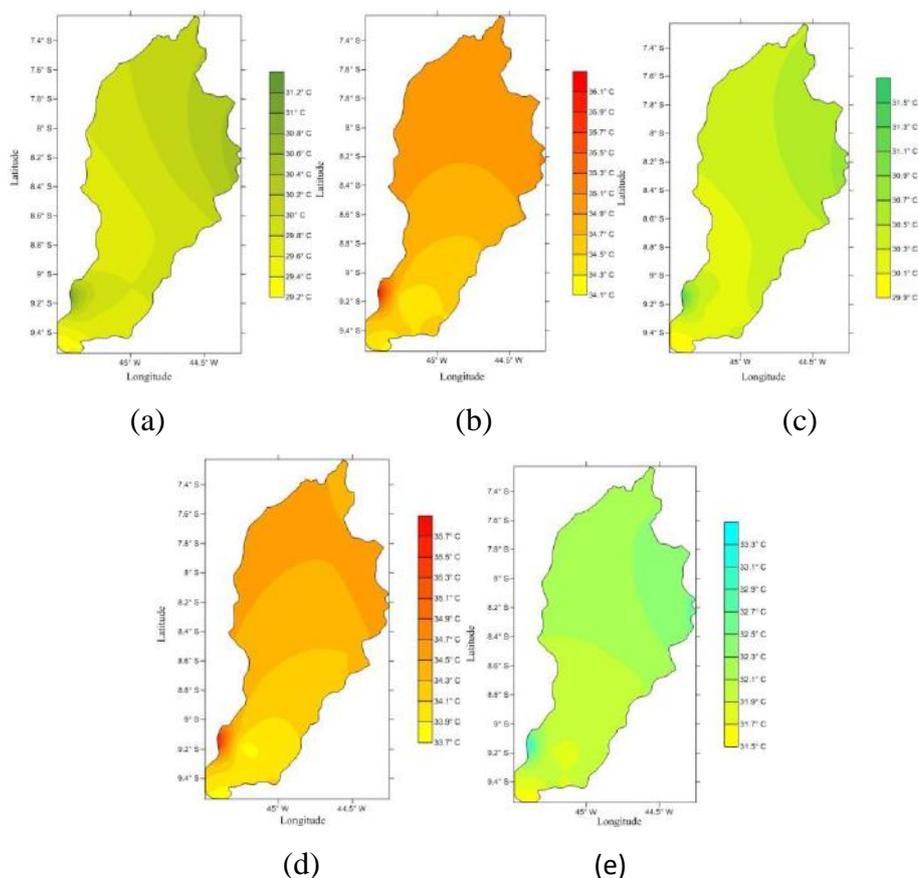
A Figura 2d demonstra o comportamento da variabilidade da amplitude térmica para o quadrimestre mais quente (junho a setembro), observa-se uma pequena área de máxima amplitude no extremo sudoeste e uma área de mínima amplitude no setor norte e nordeste, além de uma pequena área junto ao município de Gilbués. Nas regiões Sul, central e Norte destaca-se variabilidade da amplitude térmica oscilando entre 14,3 a 14,7 °C.

Na Figura 2e observa-se um aumento no sentido norte sul, destaca-se que as áreas de menores amplitudes se localizam na parte norte e nordeste e uma pequena faixa a sudoeste, na região central, sul e parte do sul da região norte ver-se a variabilidade da amplitude térmica fluando entre 12 a 12,3 °C nota-se que na faixa de sudeste a sudoeste esta caracterizada pelas maiores amplitudes térmicas anuais.

A Figura 3 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da temperatura máxima: (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre mais frio; (d) quadrimestre mais quente; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 3a observa-se um aumento gradativo no sentido sul-norte, percebe-se que as maiores flutuabilidade da temperatura máxima da mínima ocorre ao norte da região central e em toda área da região norte e nordeste, ver-se também uma pequena região no extremo sudoeste.

Figura 3. Temperatura máxima (°C): (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre mais frio (d) quadrimestre mais quente; (e) anual.



Fonte: Medeiros (2022).

A Figura 3b nota-se a persistência da subida gradativa da temperatura máxima da máxima no sentido de sul para norte, uma pequena área no setor sudoeste com máxima temperatura, observa-se que na região sul ocorre reduções de temperaturas máximas da máxima e nas demais áreas predominam temperatura elevadas das máximas.

Na Figura 3c tem-se a variabilidade da temperatura máxima para o quadrimestre mais frio (dezembro a março) no qual destacamos um acréscimo no sentido sul-norte com suas oscilações mais intensas no setor central e norte e uma pequena área no setor sudoeste, o setor sul e o oeste do setor central registram os menores valores da temperatura máxima do quadrimestre.

A Figura 3d representa as oscilações da temperatura máxima para o quadrimestre mais quente (junho a setembro) na área da BHRUP, observa-se uma pequena área de máxima temperatura no setor sudoeste e uma elevação gradativa do referido parâmetro no sentido sul-norte, com seu valor mais elevado centrado na região norte e parte da central.

A variabilidade anual da temperatura máxima ocorre com maiores intensidades nas áreas isoladas do setor sudoeste, nordeste e em uma pequena faixa da região central de acordo com a Figura 3e. A variabilidade anual ocorre na faixa de 31,5 a 33,3 °C em toda bacia em estudo.

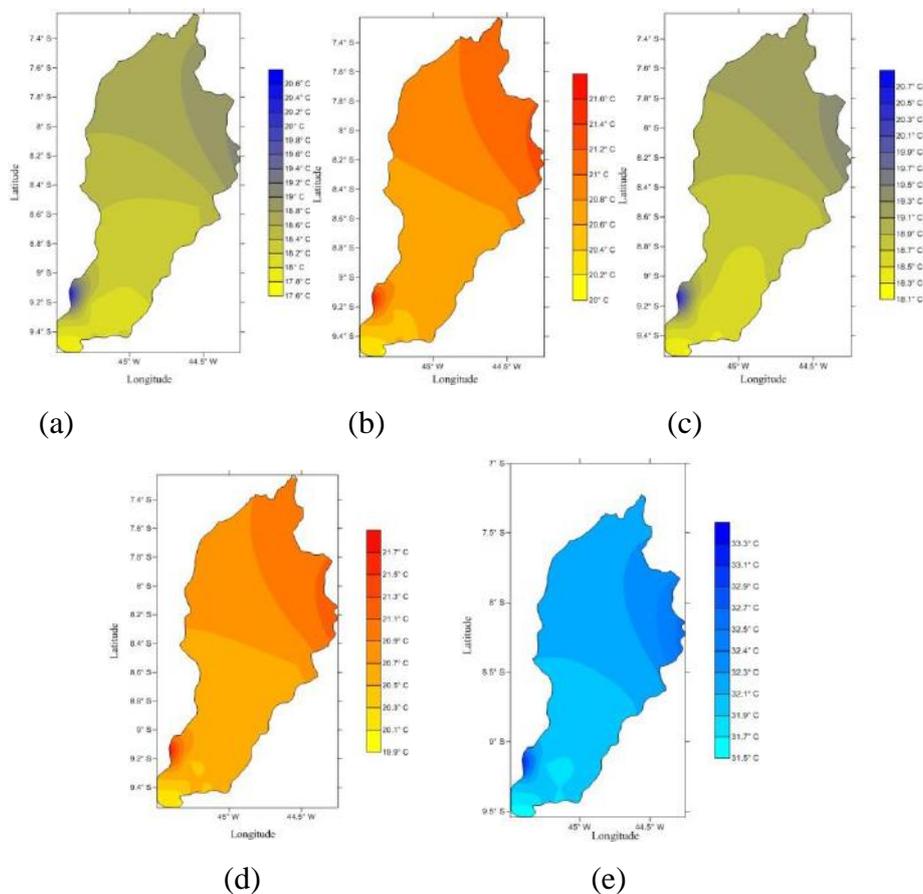
A Figura 4 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da temperatura mínima: (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre mínima da mínima; (d) quadrimestre mínima da máxima; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 4a tem-se a variabilidade da temperatura mínima que ocorre no mês de junho onde se percebe um aumento gradual no sentido sul-norte, destaca-se ainda uma pequena área a sudoeste com 19 °C e outra área localizada a nordeste com oscilação entre 18,6 a 20 °C.

A Figura 4b tem-se o comportamento da temperatura mínima da máxima para a área da BHRUP que ocorre entre os meses de agosto a setembro, perceber-se o aumento gradativo no sentido sul-norte, e as variações de temperatura mínima com maiores significância nos setores sul e parte da região central, as maiores intensidade de temperatura mínima máxima ocorrem ao norte da região centra e em toda a área norte da BHRUP, destacam-se pequenas áreas no setor sudoeste e este-nordeste com elevada temperatura mínimas da máxima.

A Figura 4c representa o quadrimestre de ocorrência da temperatura mínima da mínima no qual se destaca as áreas com maior intensidade localizadas a sudoeste e a nordeste da Figura com oscilação variando entre 18,1 a 20,7 °C observa-se uma elevação gradativa do referido parâmetro no sentido sul-norte e uma faixa de baixa temperatura mínima no setor sul.

Figura 4. Temperatura mínima (°C): (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre mínima da mínima; (d) quadrimestre mínima da máxima; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

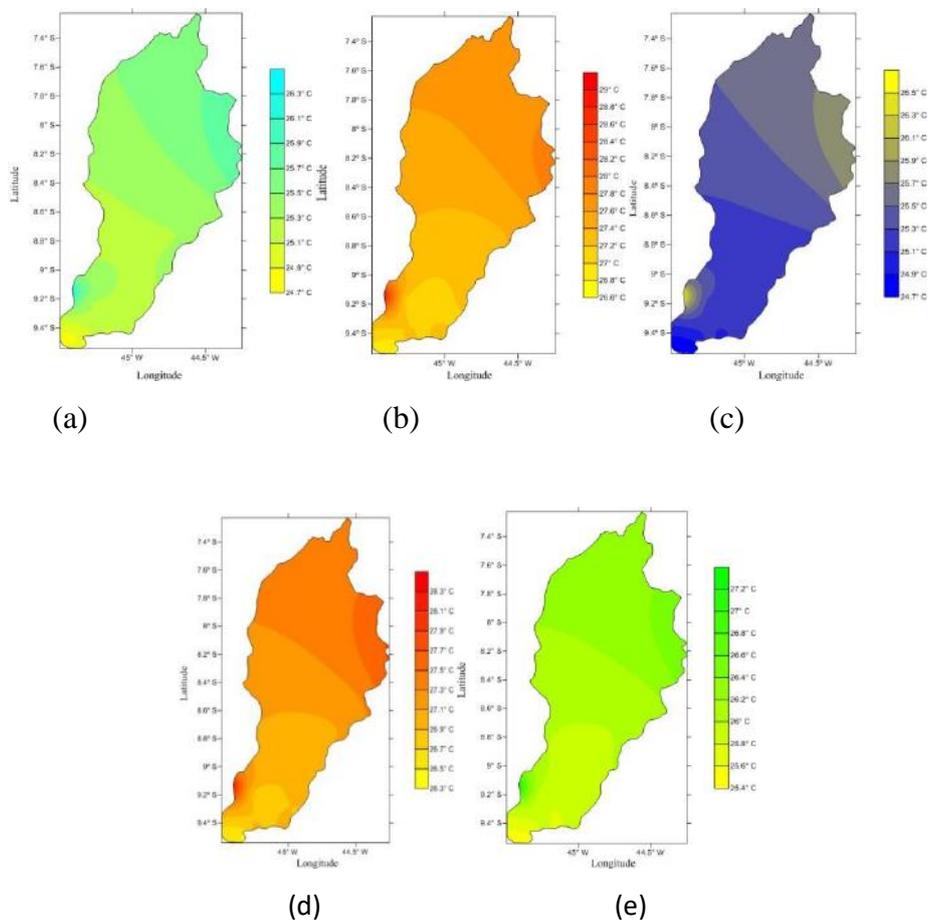
Observa-se a fluvariabilidade da temperatura mínima para o quadrimestre com as ocorrências mínimas das máximas conforme Figura 4d onde destaca-se as áreas de máximas elevações na posição sudoeste e parte norte e nordeste da região norte, nas demais áreas ocorrem aumentos gradativos com oscilações variando entre 19,9 a 21,7 °C, as menores variabilidade deste parâmetro ocorre na região sul.

Figura 4e demonstra-nos a variabilidade da temperatura mínima anual na área da BHRUP as temperaturas mínimas mais elevadas encontram-se localizadas no Sudoeste e em parte da região norte e nordeste, na região ao sul tem-se duas áreas onde localiza-se as menores variabilidade de temperatura mínima.

A Figuras 5 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da temperatura média: (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre mais frio; (d) quadrimestre mais quente; (e) anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 5a tem-se o comportamento da temperatura média que ocorrem na BHRUP observam-se faixas com temperatura mais elevada no setor sudoeste, norte e nordeste na região sul e central localiza-se a menor variabilidade de temperatura média. A Figura 5b apresenta as oscilações das temperaturas médias máximas nas quais se destacam os núcleos de elevadas temperaturas no setor sudoeste, no setor nordeste e na região norte, as regiões sul e central encontram-se as temperaturas médias moderadas. Na Figura 5c observam-se as oscilações das temperaturas médias para o quadrimestre das médias mínimas ocorridas entre o período de 1960-1990. A região sul e norte da central tem-se a menor temperatura média, logo em seguida ver-se um aumento gradual do setor central para o norte. As altas temperaturas médias se localizam no Nordeste e na posição sudoeste da bacia.

Figura 5. Temperatura média (°C): (a) da mínima; (b) da máxima; (c) quadrimestre da mínima (d) quadrimestre da máxima; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

As variabilidades da temperatura média da máxima para o quadrimestre da média máxima podem ser observadas na Figura 5d, destaca-se as áreas no setor sudoeste e nordeste como as mais elevadas e no extremo sul áreas com menores valores do referido parâmetro, a região central enquadra-se entre a área de temperatura média moderadas e a região norte como a de alta temperatura.

Na Figura 5e tem-se o comportamento da temperatura média anual, onde suas oscilações ocorrem na faixa de 25 a 27 °C, nas regiões sul e parte da região central observam-se as menores flutuações do referido parâmetro ao passo que no norte da região central, em toda a região norte concentram-se as mais elevadas temperaturas mínimas.

Lima et al. (2010) analisaram as tendências anuais das temperaturas mínima, máxima e média compensada e as temperaturas mínima e máxima absolutas de vinte e quatro localidades da Região Nordeste Setentrional compreendidas entre os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, onde utilizaram séries históricas de 1961 a 1990. Os autores verificaram aumento das temperaturas mínimas, média compensada, máxima e mínima absoluta em quase toda área de estudo, esses resultados estão de conformidade com o observado nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

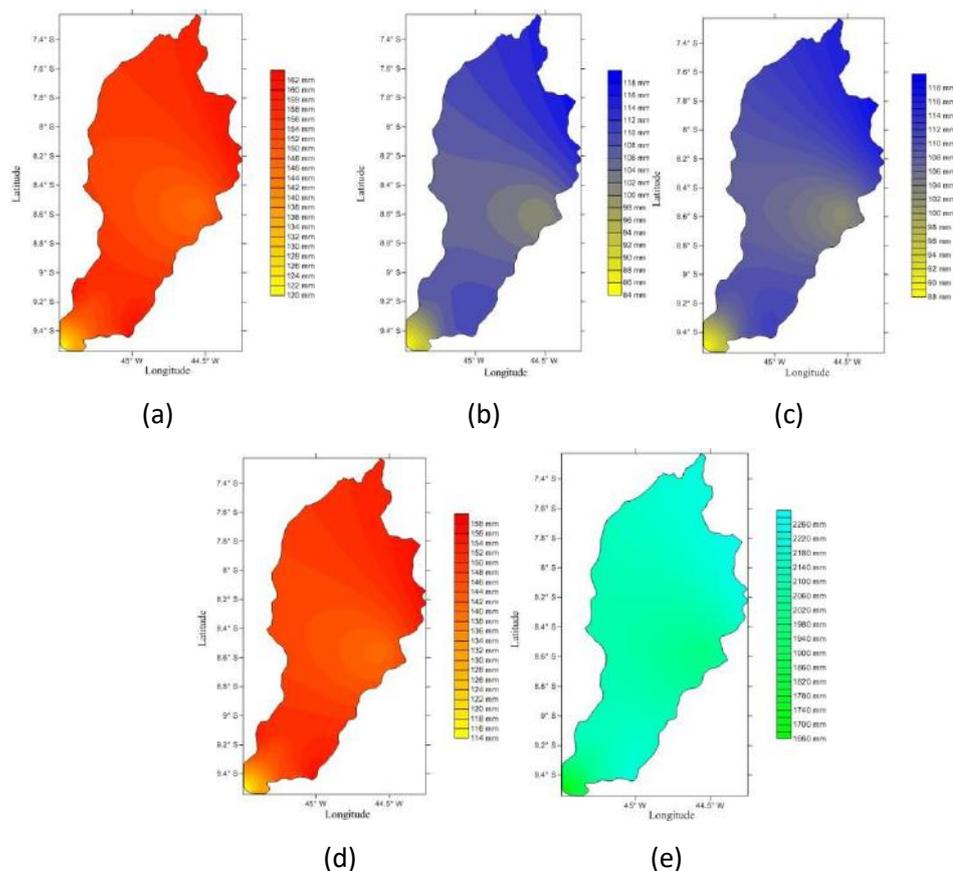
A Figura 6 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da evaporação (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínimo; (d) quadrimestre máximo; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

A Figura 6a representa o poder evaporativo máxima que ocorre entre os meses de agosto e setembro com flutuação de 120 a 162 mm, os setores nortes, nordeste, sudeste e sudoeste ocorrem os maiores índices evaporativos, destaca-se um aumento gradativo de sul para norte.

Na Figura 6b tem-se a evaporação mínima que ocorre no mês de fevereiro com uma taxa evaporativa mensal oscilando entre 84 a 118 mm, ver-se que o maior índice evaporativo se localiza em parte da área norte, a nordeste e sudeste, e os menores índices evaporativos estão no extremo sul e a leste da região central.

A Figura 6c observa-se a variabilidade da evaporação do quadrimestre mínimo (dezembro a março) que tem sua variabilidade entre 88 a 118 mm, destacam-se as áreas de menor evaporação localizadas no extremo sul e no setor leste da região central, áreas com alto poder evaporativos a sudeste, a nordeste e norte da BHRUP, os setores sul da região sul, a área central ao oeste e o setor oeste da região norte com evaporações intermediárias.

Figura 6. Evaporação (mm): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínimo; (d) quadrimestre máximo; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

A variabilidade evaporativa do quadrimestre de máxima evaporação pode ser visualizada na Figura 6d que ocorre na faixa de 114 a 158 mm entre os meses de junho a setembro, destaca-se uma área no extremo sul com baixos valores evaporativos e vê-se um aumento significativo no sentido sul-norte com seus extremos evaporativos ocorrendo no setor norte.

A Figura 6e tem-se uma variabilidade anual da evaporação oscilando entre 100 a 226 mm anual, no extremo setor sul observam-se os menores índices evaporativos e destaca-se um acréscimo no sentido sul-norte, o qual seu poder evaporativo vai crescendo gradativamente.

A Figura 7 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da evapotranspiração: (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínimo (d) quadrimestre máximo; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

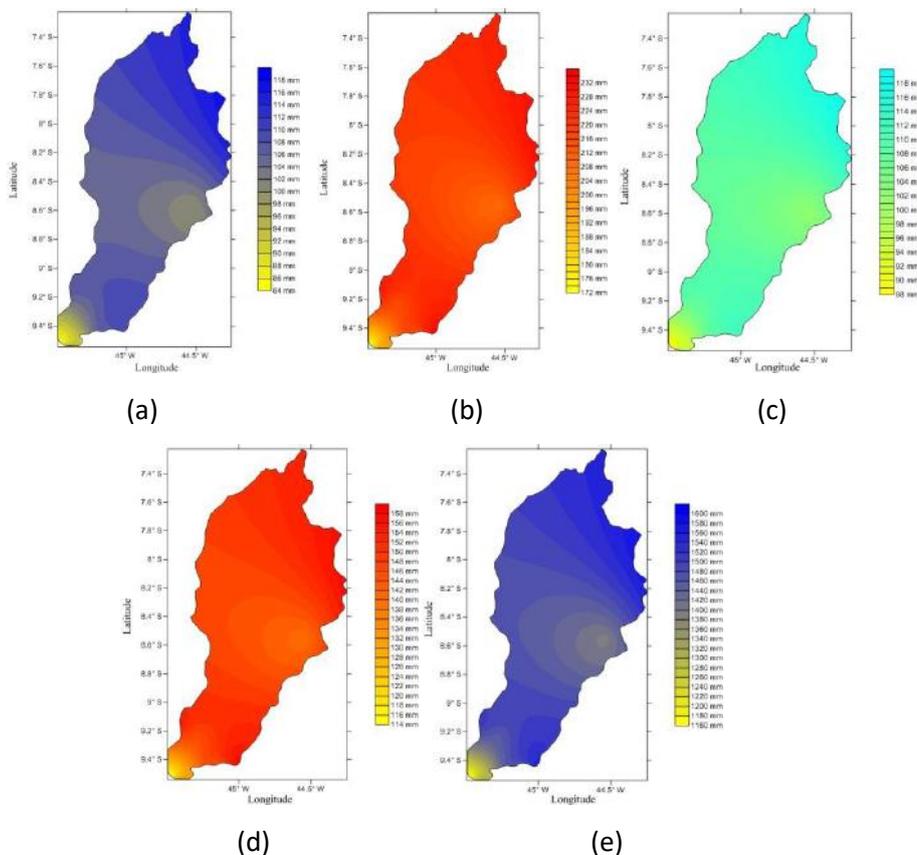
Na Figura 7a têm-se os índices de evapotranspiração mínima que ocorrem no mês de fevereiro com flutuação de 84 a 118 mm, as áreas com menores índices de ETP estão localizadas no extremo sul e na parte leste da região central, enquanto no setor norte, nordeste e sudeste localizam-se os altos índices de ETP.

A Figura 7b observam-se um acréscimo de sul-norte em toda a BHRUP, sendo que os seus valores mínimos dos máximos se localizam no extremo sul e em uma pequena faixa a este da área central.

Na Figura 7c tem-se o comportamento evaporativo do quadrimestre das mínimas das mínimas de ETP, onde se localizam no extremo sul e em uma faixa este da região central, as demais áreas apresentam valores em graduais elevações com variabilidade oscilando entre 98 a 118 mm.

Na Figura 7d tem-se a variabilidade da evapotranspiração do quadrimestre máximo que ocorre entre os meses de agosto e setembro com sua variabilidade oscilando entre 114 a 158 mm os menores índices evapotranspirados ocorrem no extremo sul, e nas demais áreas vê-se aumento gradual de máxima evapotranspiração.

Figura 7. Evapotranspiração (mm): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínimo; (d) quadrimestre máximo; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

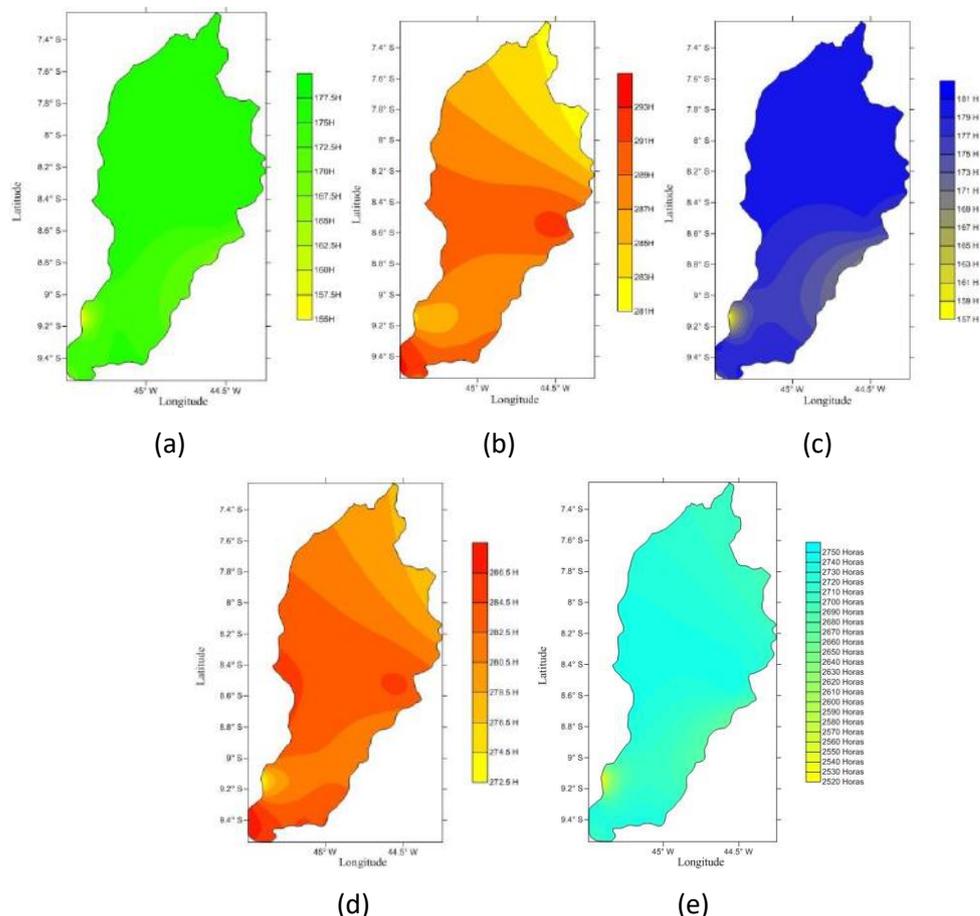
Figura 7e observa-se as menores taxas de evapotranspiração anual no extremo sul e na área leste da região central, as demais áreas apresentam-se com evapotranspirações em elevações e seus valores máximos ocorrem nos setores norte, nordeste e sudoeste. Sua flutuação anual ocorre na faixa de 1.160 a 1.600 mm.

A Figura 8 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da insolação total (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 8a observam-se o comportamento da insolação total mínima (fevereiro) na BHRUP onde sua variabilidade oscila entre 155 a 178 horas, com destaque para a pequena área ao sudoeste com 157 horas de insolação total. Na insolação total máxima (setembro) (Figura 8b) observam-se áreas de máximas insolações no extremo sul e a leste da região central, faixas de insolações moderadas no sul e na região central, faixa intermediária de insolações no setor sul e central e baixas insolações em área isolada da região sul e no norte e nordeste da região norte.

A Figura 8c observam-se as oscilações da insolação total para o quadrimestre com mínima insolação (dezembro, janeiro, fevereiro e março) com aumento na posição sudeste-norte com uma variabilidade de 167 a 181 horas, destaca-se pequena área a sudoeste no município de Santa Filomena com 157 horas.

Figura 8. Insolação total (horas): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínimo; (d) quadrimestre máximo; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

A Figura 8d representa a insolação total para o quadrimestre de máxima insolação (junho, julho, agosto e setembro) vê-se pequenas áreas de baixa insolação nos setores sudoeste, extremo norte e nordeste; extremas insolação nos setores sudoeste, oeste e leste da área central, a insolação tem redução no sentido sul norte. A variabilidade da insolação total oscila de 2520 a 2750 horas dentro da BHRUP, destaca-se reduzida área a sudoeste da bacia, na qual sua insolação é a mínima 2520 h, (Figura 8e).

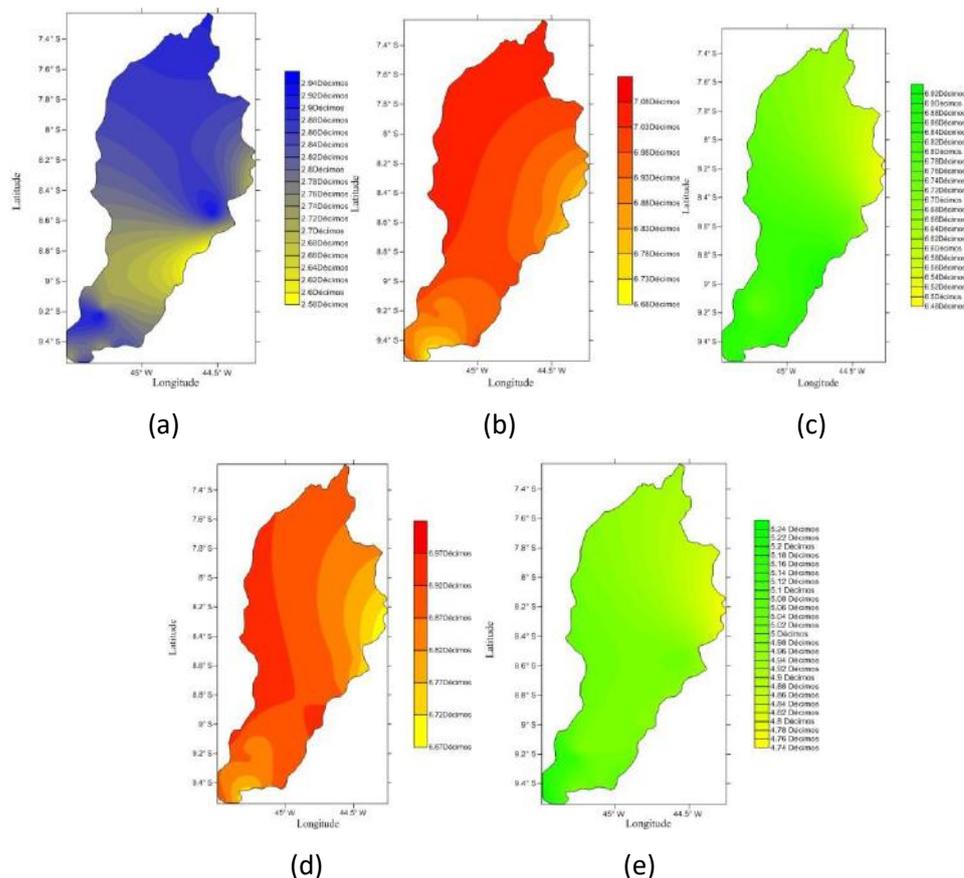
As Figuras 9 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da cobertura de nuvens: (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máximo; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

A Figura 9a demonstra a variabilidade da cobertura de nuvens mínima para a BHRUP, as menores coberturas de nuvens ocorrem na área sul do setor central e área norte do setor sul e no setor leste da BHRUP, no setor sul da área sul e nos setores norte da central e em quase toda a área do setor norte a flutuabilidade da cobertura de nuvem oscila entre 2,5 a 2,9 décimos.

Na Figura 9b, a variabilidade da cobertura de nuvem máxima flutua entre 6,6 a 7,1 décimos e seus acréscimos ocorrem no sentido leste-noroeste, suas menores áreas de cobertura de nuvens ocorrem na posição leste e no extremo sul da BHRUP.

A Figura 9c representa a cobertura da nebulosidade no quadrimestre de mínima cobertura de nebulosidade na área da BHRUP (junho a setembro), destaca-se a área de menor cobertura de nuvens situada a leste-nordeste as demais áreas têm-se uma variabilidade de cobertura oscilando entre 6 a 6,9 décimos.

Figura 9. Cobertura de nuvens (décimos): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

A Figura 9d representa a cobertura da nebulosidade no quadrimestre de máxima cobertura de nebulosidade na área da BHRUP (outubro a março) observa-se aumento gradativo no sentido Este Oeste. Destacam-se as áreas no extremo sul e a este com baixa cobertura de nuvens e na parte costeira da região oeste, onde tem-se o máximo de cobertura de nebulosidade.

Na Figura 9e tem-se a variabilidade anual da cobertura de nuvem para a BHRUP, destaca-se acréscimo gradativo no sentido nordeste-sudoeste, as maiores áreas com cobertura de nuvens concentram-se na região sudoeste e na área costeira da região oeste oscilando de 4,9 a 5,3 décimos e uma área de baixa cobertura de nuvens no setor nordeste com oscilação entre 4,7 e 4,9 décimos de cobertura.

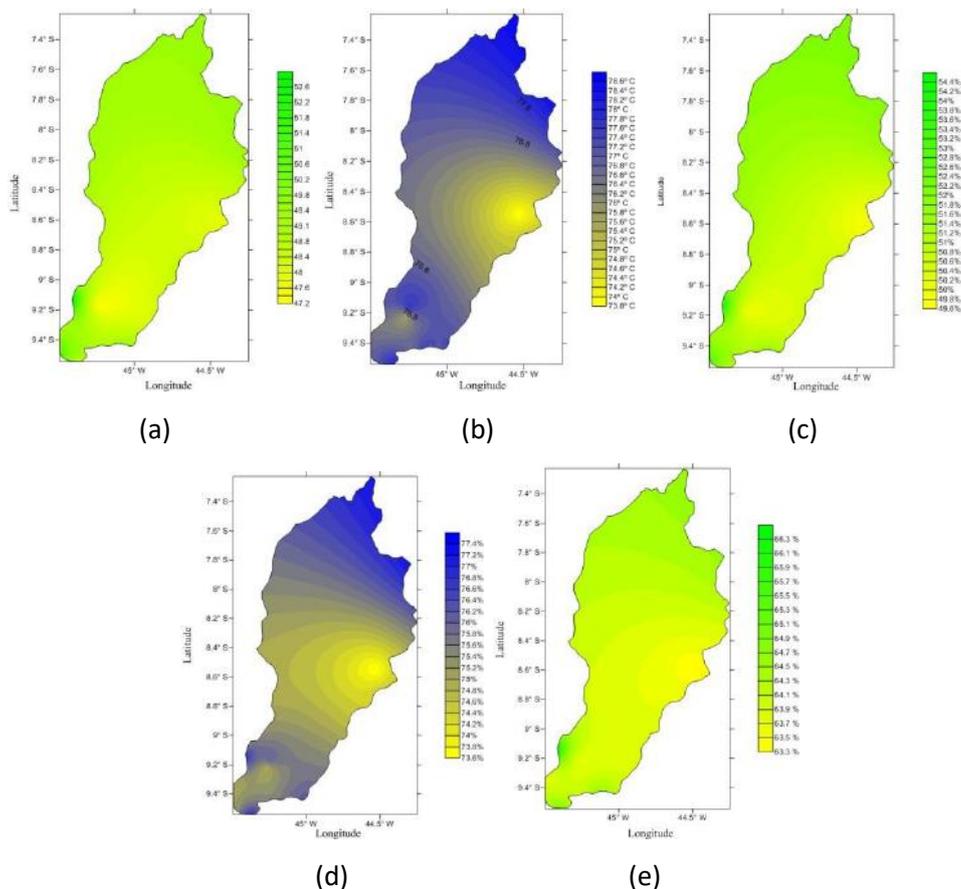
A Figura 10 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da umidade relativa do ar (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

A variabilidade da umidade relativa do ar (UR) mínima (setembro) na área da BHRUP está representada na Figura 10a, que tem sua oscilação entre 47,2 a 52,6%, observa-se que seus menores índices se concentram nas áreas sul e parte da central, nas demais áreas observa-se aumento gradual.

É apresentado na Figura 10b as oscilações da UR máxima (fevereiro), destaca-se a área a leste e os setores norte da região central e sul da região norte assim como uma pequena área no setor sul com as baixas concentrações de UR.

Na Figura 10c observam-se as flutuações da UR no quadrimestre de mínimas umidades verifica-se que na região norte e parte norte da região central e no extremo sul e sudoeste concentram-se os valores de umidades altas e no setor sudeste destaca-se os menores valores da UR para o quadrimestre mínimo.

Figura 10. Umidade relativa do ar (%): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

A Figura 10d tem a representação do quadrimestre de máxima UR da área em estudo, a região central apresenta a menor concentração de UR assim como uma pequena área no setor sul, no setor norte da área central e em todo o setor norte e em área isoladas do setor sul tem-se os maiores índices de concentração da UR.

Na Figura 10e tem-se as flutuações da UR anual para a área da BHRUP, onde sua variabilidade flui entre 63,3 a 66,2%, observa-se que as maiores concentrações da UR ocorrem nos setores sudoeste, sudeste e ao norte da região central e em toda área do setor norte, já os menores índices anuais ocorrem no setor sudeste da região central e na parte norte da região sul.

A Figura 11 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da intensidade do vento (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

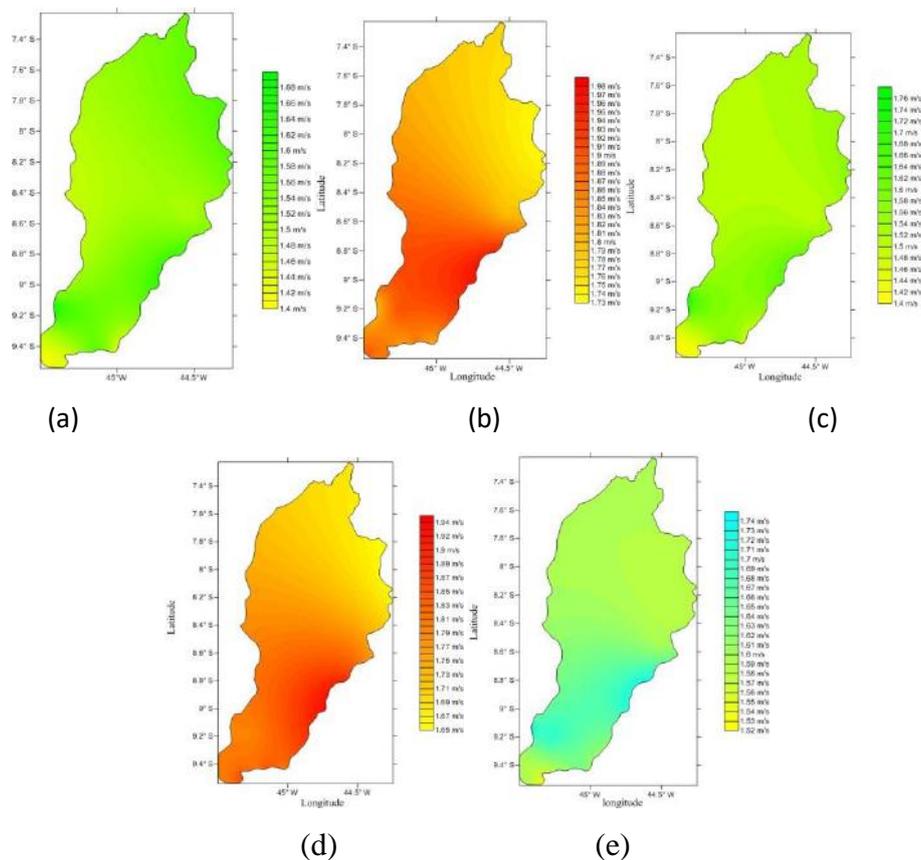
A Figura 11a representa a intensidade do vento mínima na BHRUP se observa uma redução de intensidade no sentido leste-oeste e as áreas com menores intensidades localizadas ao extremo sul e oeste da referida Figura.

As máximas intensidades do vento estão representadas na Figura 11b, onde suas intensidades fluem entre 1,71 a 1,98 ms^{-1} destaca-se que suas maiores intensidades estão concentradas no norte da região sul, na região central no setor sul e no

extremo sul da BHRUP, na região norte do setor central e em toda área da região norte observam-se as menores intensidade do vento.

A Figura 11c tem as oscilações da intensidade do vento para o quadrimestre de mínimas intensidades, ressalta-se a área no extremo sul como baixa intensidade, na região sul observam-se as altas intensidades do vento e também na faixa ribeirinha do setor leste, nas demais área tem-se intensidades moderadas.

Figura 11 – Intensidade vento (MS^{-1}): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre mínima; (d) quadrimestre máxima; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

Na Figura 11d observa-se a predominância da intensidade do quadrimestre com vento máximo no setor sudoeste e nas áreas das regiões sul e central, nas regiões norte e leste da área central têm-se as menores intensidades do vento representativa do quadrimestre.

A Figura 11e representa a intensidade do vento anual, com os seguintes destaques na área de pequena intensidade de vento no extremo sul e na parte central ao norte da região sul encontra-se as maiores intensidades e ventos moderados no setor norte da região cenentral e em toda área da região norte.

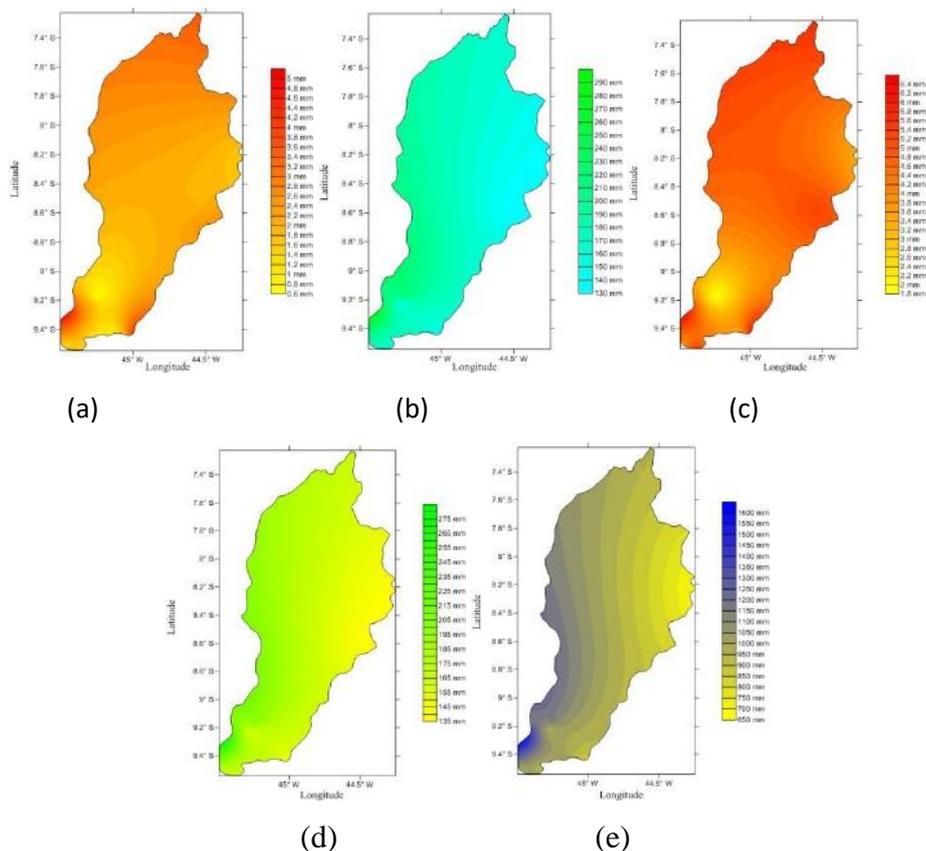
A Figura 12 (a, b, c, d, e) representam a variabilidade da precipitação pluvial (a) máxima; (b) mínima; (c) quadrimestre chuvoso; (d) quadrimestre seco; (e) e anual, para a área da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto – PI.

Na Figura 12a destaca-se a área sul no seu centro que registrou as maiores intensidades das chuvas, já nos setores sudoeste e sudeste ocorreram os menores índices pluviométricos, ao passo que nas demais áreas da bacia os índices pluviométricos são insignificantes para agropecuária e armazenamento de água.

A Figura 12b representa as chuvas máximas ocorridas no BHRUP, observa-se que as chuvas ocorrem no sentido leste – oeste e seus valores máximos ocorrem no extremo sudoeste e na área costeira da bacia.

Na Figura 12c tem-se o comportamento do quadrimestre seco na qual se destaca os maiores índices pluviométricos na região sul e a sua redução gradativa até a região norte onde se observa os menores índices.

Figura 12 – Precipitação (mm): (a) mínima; (b) máxima; (c) quadrimestre chuvoso; (d) quadrimestre seco; (e) e anual.



Fonte: Medeiros (2022).

Na Figura 12d destacar-se que as ocorrências das chuvas para o quadrimestre seco ocorrem com maiores significâncias na parte central da bacia para o sentido oeste, no setor este até a metade da bacia concentram-se os menores índices pluviométricos, estas chuvas são de baixas magnitudes e de curto intervalo de tempo.

Na Figura 12e tem-se o comportamento da distribuição da precipitação anual na área da BHRUP, os quais destacaram um acréscimo no sentido leste oeste, observa-se área de máxima pluviometria na altura do município de Santa Filomena e contornando a área costeira oeste da referida bacia, a pluviosidade ainda é predominante no setor oeste das áreas sul, central e sul da região norte. A leste da bacia tem-se área com baixos índices pluviométricos e destacam-se suas flutuações de acréscimo para o centro da referida bacia.

4. Conclusões

Os resultados apresentados indicam possíveis variações climáticas na temperatura do ar, na umidade relativa do ar e na precipitação, apontando para tendência de condições mais quentes e chuvosas;

Observa-se efeito anômalo da distribuição das precipitações durante os veranicos de janeiro. As variabilidades de flutuações de temperatura do ar máxima acrescida, a redução da umidade relativa do ar e os incrementos nos índices pluviométricos, podem estar relacionados com as mudanças locais;

A temperatura do ar máxima anual demonstrou grande variação entre o período estudado, a temperatura máxima absoluta foi acrescida de 10,8% e a temperatura mínima absoluta sofreu um acréscimo de 9,5%;

A precipitação total anual demonstrou aumento gradativo nos seus índices deste a década de 1980, podendo estar relacionado com o aumento da temperatura, observa-se que desde a década de 1990, uma redução gradativa que pode estar relacionada com o aumento da temperatura e consequentemente com maior evaporação das águas. Observa-se que a umidade relativa do ar, nos meses secos atingiram níveis críticos abaixo de 15%;

A temperatura extrema (máxima e mínima) e média pode contribuir com a desertificação e degradação do solo porque provoca o ressecamento e o desframento do solo e faz a realização do ponto de murcha na vegetação;

A umidade relativa do ar poderá ser um contribuinte ativo ou passivo da degradação e desertificação do solo, isto porque com outros fatores meteorológicos beneficiando ou desfavorecendo o ressecamento e o desframento do solo, ela pode contribuir para o aumento ou redução dos focos de incêndios e da qualidade do ar;

As direções e as velocidades do vento são as responsáveis pelos transportes de poeiras, fumaça e grão de terras, além de provocar o ressecamento do solo e provocar erosões, acamamento de plantas, difusão de pragas e doenças, contribui para um melhor índice de evaporação e evapotranspiração, aumenta as intensidades das chamas em focos de queimadas e incêndios, reduz a sensação térmica;

Assim, através dos dados inferidos neste trabalho, podemos ter subsídios para planejar ações futuras, nos projetos de recuperação de áreas degradadas e de desenvolvimento urbano, tanto como auxílio nos projetos de geração de energias limpas e renováveis (energia eólica, por exemplo), em grandes projetos agrícolas, minimizando as chances de ocorrerem acamamento através das barreiras de ventos que podem ser implantadas, além da contribuição no planejamento das cidades, dos parques industriais e de lazer;

As variáveis meteorológicas analisadas podem ser fatores contribuintes para o processo de sustentabilidade. Considerando anos consecutivos, nos quais os extremos vistos ocorram de forma sistemática, pode-se ter fatores que somados, induziriam a sustentabilidade, causando problemas diretamente relacionados à flora e consequentemente a fauna do local em estudo;

Os fatores meteorológicos estudados não demonstram evidência de ocorrências de mudanças climáticas.

Referências

- Campos, C. G. C. (2010). Padrões Climáticos Atuais e Futuros de Temperatura do Ar na Região Sul do Brasil e Seus Impactos nos Cultivos de Pêssego e Nectarina. 191 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.
- Cavalcanti, E. P., Silva, V. P. R. & Sousa, F. A. S. (2006). Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 10(1), 140-7.
- Cavalcanti, E. P., & Silva, E. D. V. (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. IN: Congresso Brasileiro de Meteorologia. 8. Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: SBMET, 1994, 1, 154-157.
- COMDEPI (2002). Companhia de desenvolvimento do Piauí. Estudo de viabilidade para aproveitamento hidroagrícola do vale do rio Uruçuí Preto. Teresina.
- Coe, M. T., Costa, M. H., & Soares Filho, B. S. (2009). The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks. *Journal of Hydrology*, 369, 165-174.
- Costa, T. S. A., Costa Filho, J. F., Baracho, D. C., Santos, T. S. & Marinho, E. C. S. *Análise da temperatura do ar em Areia - PB, em anos de ocorrência de "El Niño"*. Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

- Costa, M. H. (2007). Climate change in Amazonia caused by soybean cropland expansion, as compared to caused by pastureland expansion. *Geophysical Research Letters*, 34,1-4.
- D'almeida, C., Vörösmarty, C. J., Marengo, J. A., Hurr, G. C., Dingman, S. L. & Keim, B. D. A. (2006). Water Balance Model to Study the Hydrological Response to Different Scenarios of Deforestation in Amazonia. *Journal of Hydrology*, 331, 125-136.
- EMATER-PI. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí.
- EMBRAPA. (1986). Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. SNLCS.
- Fernando, C. A. (2008). *Análise de Discurso: Reflexões Introdutórias*. (2a ed.), Claraluz.
- Ferreira Da Costa, R. (1998). Variabilidade diária da precipitação em regiões de floresta e pastagem na Amazônia. *Acta Amazônica*, 28, 395-408.
- Galvani, E., Klosowska, E. S., Cunha, A. R. & Martins, D. (1999). Caracterização da direção predominante do vento em Maringá – PR. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 7(1), 81-90.
- Lima, R. A. F. A., Menezes, H. E. A. & Brito, J. I. B. B. (2010). Diagnóstico de tendência de mudanças na temperatura do ar no nordeste setentrional. *Revista Caatinga*, 23(2), 117-124.
- Medeiros, R. M., Dal Poggetto L. R. & Rocha, F. C. 2010. *Estudo da direção predominante do vento na Lagoa do Portinho localidade entre os municípios de Luís Correia e Parnaíba – Piauí, no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010*. Em exposição em postes em feiras de ciências dos colégios de Teresina e na sexta-feira culturais do Centro de Educação Ambiental da SEMAR-PI.
- Marengo, J. A., Camargo, C. G. (2007). Trends in Extreme air temperatures in Southern Brazil, *International Journal Climatology*, 28, 893-904.
- Medeiros, R. M. (2013). Estudo agrometeorológico para o Estado do Piauí. 122.
- Medeiros, R. M., Santos, D. C., Sousa, F. A. S. & Gomes Filho, M. F. (2013). Análise Climatológica, Classificação Climática e Variabilidade do Balanço Hídrico Climatológico na Bacia do Rio Uruçuí Preto, PI. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife - PE, 6, 652 - 664.
- Medeiros, R. M., Sousa, F. A. S., Gomes Filho, M. F. & Paulo R. M. (2013) Variabilidade da umidade relativa do ar e da temperatura máxima na bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto. *Revista Educação Agrícola Superior*. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS – 8(1) <http://dx.doi.org/10.12722/0101-756X.v28n01axx>.
- Maluf, R. S., & Rosa, T. S. (2011). Mudanças climáticas desigualdade sociais e populações vulneráveis no Brasil. *Construindo capacidade: Relatório Técnico*, 2, 307.
- Ortolani, A. A., & Camargo, M. B. P. (1987). Influência dos fatores climáticos na produção. *Ecofisiologia da Produção Agrícola*. Piracicaba: Potafos, 249 p.
- Paula, R. K., Brito, J. I. B. & Braga, C. C. (2010). Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais... Belém do Pará, PA. CD Rom.
- Rusticucci, M., Barrucand M. (2004). Observed trends and changes in temperature extremes in Argentina. *Journal Climate*, 17, 4099-4107.
- Sampaio, G. (2007). Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. *Geophysical Research Letters*, 34, p. 1-7.
- Santana, M. O., Sediya, G. C., Ribeiro, A. & Silva, D. D. da. (2007). Caracterização da estação chuvosa para o estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 15(1), 114-120.
- Silva, V. M. A., Medeiros, R. M., Santos, D. C. & Gomes Filho, M. F. (2013). Variabilidade pluviométrica entre regimes diferenciados de precipitação no Estado do Piauí. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Recife - PE, p.1463 - 1475.
- Silva, V. P. R. (2004). On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments* (58), 575-596.
- Soriano, B. M. A. (1997). Caracterização climática de Corumbá - MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP. 25p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).
- SUDENE. (1990). Dados pluviométricos mensais do Nordeste: estado do Piauí. Recife.