

Comportamento térmico e a contribuição pluvial em Lagoa Seca, Brasil entre 1981-2019
Thermal behavior and rainfall contribution in Lagoa Seca, Brazil between 1981-2019
Comportamiento térmico y contribución de la lluvia en Lagoa Seca Brasil entre 1981-2019

Recebido: 22/05/2020 | Revisado: 24/05/2020 | Aceito: 25/05 /2020 | Publicado: 05/06/2020

Romildo Morant de Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: romildomorant@gmail.com

Raimundo Mainar de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3455-9876>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: mainarmedeiros@gmail.com

Resumo

As oscilações térmicas do ar causam efeitos diretos na produção do hortifrutigranjeiro cuja economia é baseada o município de Lagoa Seca. Objetiva-se analisar o comportamento térmico do período de 1981-2019 e suas contribuições pluviais no período chuvoso e seco e as suas variabilidades nas estações dos anos. Utilizou-se das séries mensais e anuais de precipitação e temperatura do ar referente ao período de (1981-2019) procurando-se entender suas flutuações climáticas. As flutuações das temperaturas (máxima, média e mínima) nas estações outono e primavera têm influencias diretas sobres os índices pluviais das mesmas estações. Os eventos de precipitações máximas e mínimas absolutas estão relacionados às flutuações máximas e mínimas das temperaturas estudadas. Estas flutuações das máximas e mínimas absolutas de temperatura e precipitações devem ser estudadas para diferentes regiões do globo, visto que tanto a precipitação como a temperatura local apresentam índices elevados no período chuvoso (março a agosto), seguido do período seco (setembro a abril) que registram temperaturas mais elevadas com alguns momentos de reduções acentuada.

Palavras-chaves: Oscilações climáticas; Irregularidades pluviais e térmicas; Eventos extremos.

Abstract

The thermal oscillations of the air cause direct effects on the production of horticultural products whose economy is based on the municipality of Lagoa Seca. The objective is to analyze the thermal behavior of the period 1981-2019 and its rainfall contributions in the rainy and dry period and its variability in the seasons. The monthly and annual series of precipitation and air temperature for the period (1981-2019) were used in an attempt to understand their climatic fluctuations. The fluctuations in temperatures (maximum, average and minimum) in the autumn and spring seasons have a direct influence on the rainfall rates of the same seasons. The events of maximum and minimum absolute precipitation are related to the maximum and minimum fluctuations of the studied temperatures. These fluctuations of the maximum and absolute minimum of temperature and precipitations must be studied for different regions of the globe, since both the precipitation and the local temperature present high indexes in the rainy period (March to August), followed by the dry period (September to April) that register higher temperatures with some moments of marked reductions.

Keywords: Climatic fluctuations; Rainfall and thermal irregularities; Extreme events.

Resumen

Las oscilaciones térmicas del aire causan efectos directos en la producción de productos hortícolas cuya economía se basa en el municipio de Lagoa Seca. El objetivo es analizar el comportamiento térmico del período 1981-2019 y sus contribuciones de lluvia en el período lluvioso y seco y su variabilidad en las estaciones. Las series mensuales y anuales de precipitación y temperatura del aire para el período (1981-2019) se utilizaron en un intento de comprender sus fluctuaciones climáticas. Las fluctuaciones de temperatura (máximas, medias y mínimas) en las estaciones de otoño y primavera tienen influencias directas en las tasas de lluvia de las mismas estaciones. Los eventos de precipitación absoluta máxima y mínima están relacionados con las fluctuaciones máximas y mínimas de las temperaturas estudiadas. Estas fluctuaciones en la temperatura y precipitación máximas y mínimas absolutas deben estudiarse para diferentes regiones del mundo, ya que tanto la precipitación como la temperatura local muestran niveles altos en la estación lluviosa (marzo a agosto), seguido del período seco (septiembre a abril) que registran temperaturas más altas con algunos momentos de marcadas reducciones.

Palabras clave: Fluctuaciones climáticas; Precipitaciones e irregularidades térmicas; Eventos extremos.

1. Introdução

Marengo (2009) afirmou que eventos climáticos extremos são registrados de diferentes maneiras e formas, assim como: enchentes, enxurradas, alagamentos, cheias, inundações, deslizamentos de terra, secas prolongadas, redemoinhos, incêndios, focos de queimadas e ondas de calor. Estes eventos vêm caracterizando-se por mudanças repentinas a partir do meio século passado. Destaca-se à ação antrópica como sendo um dos causadores destes eventos os quais vêm se intensificando e ocorrendo com maiores frequências. O excesso pluvial pode ocasionar eventos adversos que poderá prejudicar os setores: agropecuária, agronegócio, socioeconômico, represamento e abastecimento d'água. (Alvarenga, 2012).

As consequências devastadoras dos eventos climáticos sobre a população da zona urbana e rural, ocasionada pelas enchentes, alagamento, cheias, desmoronamento de ribanceiras ocorrem devido a não experiência de desenvolvimentos de planejamentos e o uso incorreto das áreas de ocupação (Brito, Feitosa & Nascimento 2015), os quais poderiam ser evitados e/ou corrigidos com o conhecimento dos elementos meteorológicos históricos e com o correto planejamento urbano/rural.

A detecção de mudanças climáticas em séries temporais sobre mudanças climáticas nos sistemas hidrometeorológicos, vem tornando-se de fundamental importância para o desenvolvimento de planejamento futuro nos recursos hídricos e na produção de alimentos (Obregón & Marengo 2007).

No decorrer do século passado diversos estudos foram desenvolvidos sobre as oscilações climáticas e suas mudanças, utilizando-se da temperatura média global visando estabelecer o grau e o sentido das mudanças do clima, (Silva, Souza, Cavalcanti, Souza & Silva 2006).

As anomalias climáticas são eventos meteorológicos e climatológicos que fogem dos valores médios, como exemplo a precipitação, que pode ser muito superior ao valor médio ou muito abaixo, gerando uma anomalia que pode causar desde enchentes até grandes períodos de estiagem (Pereira, Angecolli & Sentelha 2007).

A temperatura do ar expressa à energia contida no meio. No decorrer de um dia a energia que existe à 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 perfeito desenvolvimento (Costa, Costa Filho, Baracho, Santos & Marinho 2011).

A estimativa da temperatura do ar máxima, média e mínima mensal e anual, a partir das coordenadas geográficas, vem sendo estudadas nos estados de Minas Gerais (Coelho, Sedyana & Vieira 1973; Sedyama, Melo Junior 1998), Espírito Santo (Feitoza, Seardua, Sedyana & Valle 1980) e na Região Nordeste do Brasil (Cavalcanti, Silva & Souza 2006; 1994). Em diversos estudos sobre modelos de regressão múltipla abrangendo, sobretudo, estados e regiões (Oliveira Neto, Reis, Reis & Leite 2000), para fins de zoneamento agroclimatológicos (Barbarisi, Pilau, Marim, Assad & Pinto 2006; Bardin & Pedro Moraes 2010) utilizaram-se da estimativa da temperatura para realizações de seus estudos.

Medeiros, Holanda & Silva (2018) realizaram as análises das variabilidades espaço-temporal da temperatura média do ar do Estado do Pernambuco distribuída pelas regiões homogêneas. Mostraram que os resultados das flutuações térmicas estão relacionados com a elevação e a latitude, sendo uma das variáveis fisiografias que explicam melhor a variação da temperatura mensal e anual na área de estudo. As flutuações da temperatura média decorrem dos sistemas sinóticos atuantes na época do período chuvoso e do período seco tal como dos impactos no meio ambiente. Ocorreram reduções de temperatura em conformidade com o deslocamento do período chuvoso e as atuações e/ou contribuições dos efeitos regionais e locais.

Observações das temperaturas (máximas, médias e mínimas) indicaram aumento de 0,74 °C entre os anos de 1906-2005 (Smith, Reynolds, Peterson & Lawrimore 2008) e estão relacionados a emissões antropogênicas de gases de efeito estufa e aerossóis. Temperaturas extremas (máxima e mínima) vêm aumentando em frequência e intensidade na maioria das regiões do globo, desde a década de 1950. As tendências positivas de aumento destes elementos cobrem áreas maiores que as tendências negativas (Collins, Chaves & Marques 2009; Reguero, Rosado & Mendez 2019). Na América do Sul, os estudos estão concentrados em entender as variações climáticas que ocorrem especificamente sobre determinadas regiões, como a região Amazônica (Lopart, Rebouca, Coppala, Giorgi, Rocha & Souza 2018), a Bacia do Prata (Bettolli & Penalba 2018; Montroull, Saurral & Camillon 2018), regiões mais ao Sul do continente (Kayano, Andreoli, Souza & Garcia 2018; Detzer, Loukith, Pampuch,

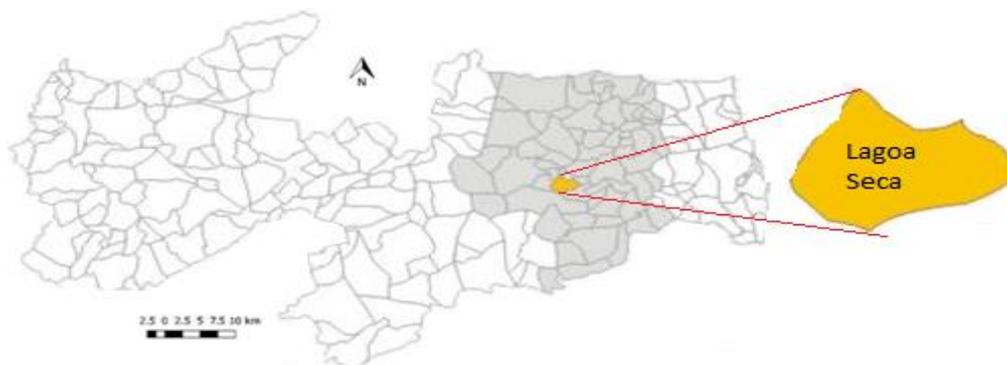
Mechoso, Barkhordan & Lee 2019), além das regiões Sudeste (Coelho, Sedyana, Vieira, Oliveira, Ambrizzi, Reboita, Carpenedo, Campo, Tormalli, Pampuch, Custodio, Dutra, Rocha & Rehein 2016), Nordeste (Oliveira, Santos & Lima 2017) e Sul (Cordeiro, Berlato, Fortama & Alves 2016) do Brasil.

Tem-se como objetivo analisar o comportamento térmico do período de 1981-2019 e suas contribuições pluviiais no período chuvoso e seco e as suas variabilidades nas estações dos anos.

2. Metodologia

Lagoa Seca localiza-se na Microrregião de mesmo nome e Mesorregião Agreste Paraibano. A cidade é limitada pelos municípios de Campina Grande, Massaranduba, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça, Montadas, Puxinanã e Esperança. A sede municipal encontra-se posicionada na Latitude 07°10'15''S; Longitude 35°51'13''W de Greenwich com altitude de 634 metros. (Figura 1).

Figura 1. Posicionamento do município de Lagoa Seca dentro do estado da Paraíba.



Fonte: Medeiros (2020).

A parte sul do município encontra-se inserida nos domínios da bacia hidrográfica do rio Paraíba, região do baixo Paraíba, sendo o seu principal curso d'água o riacho Marinho. Nas partes norte e leste encontram-se inserida na bacia do rio Mamanguape. Todos os cursos d'água têm regime de fluxo intermitente e o padrão da drenagem é do tipo dendrítico.

Segundo Köppen & Geiger (1928; 1931) o clima é do tipo "As" classificado como quente e úmido Tropical chuvoso. Estudos como os dos autores (Alvares, Stape, Sentelha, Gonçalves & Sparover 2014) vem a corroborar com o tipo de clima para a área estudada. A

classificação climática de Thornthwaite & Mather (1948; 1955) é do tipo (C₁ADa') seco subúmido, megatérmico, com pequena ou nenhum excesso d'água e ETP com 29,66% da evapotranspiração potencial anual concentrada no trimestre mais quente do ano (novembro, dezembro e janeiro). As amplitudes térmicas têm as suas variações de acordo com a latitude, altitude e com o grau de continentalidade (efeitos de montanhas, vales, morros, etc.).

O regime pluvial insere-se na faixa das isoietas (linha que une o mesmo valor de precipitação) de 1.100 mm.ano¹ a 1.200 mm.ano¹. (Medeiros, 2016). As chuvas têm início por volta da segunda quinzena de março, aumentando de volume nos primeiros dias de abril e se prolonga até agosto, sendo o trimestre mais chuvoso entre os meses de maio a julho. No município estudado especificamente, as chuvas são fundamentais para o bom desenvolvimento do regime dos rios perenes, córregos, riachos, níveis dos lagos e lagoas, bem como para a ocupação do solo, sendo imprescindível ao planejamento de qualquer atividade o conhecimento da sua dinâmica. As complementações dos fatores provocadores de chuva no município são formações de linhas de instabilidade na costa e transportada para o interior pelos ventos alísios de nordeste, desenvolvimento de aglomerados convectivos, proveniente do calor armazenado na superfície e transferido para atmosfera, orografia, contribuições de formação de vórtices ciclônicos, e tendo como principal sistema o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical. Normalmente as chuvas têm intensidade moderada seguidas de irregularidade devidas 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 chuvoso (abril a julho) é possível e variante de ano para ano. Sua magnitude é variada dependendo da época e dos fatores meteorológicos. Tem-se registrado ocorrências com períodos de veranicos superiores há 17 dias mensais no intervalo de tempo ocorrido dentro do quadrimestre. (Medeiros, 2016).

Para o desenvolvimento deste artigo utilizou-se de séries de dados mensais e anuais de precipitação referente ao período de dados observados (1981-2019), fornecido pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs, 2020).

A limitação dos recursos hídricos é de fundamental importância ao desenvolvimento socioeconômico, ocasionando inúmeros desafios ao planejamento e gerenciamento deste recurso (Sousa, Lima, Maciel, Souza e Picanço 2015). As falhas de dados pluviais foram realizadas por preenchimentos de falhas, homogeneização e consistência nos referidos. A qualidade dos dados meteorológicos foi examinada, verificando-se, em todas as séries de dados os valores que apresentaram grande discrepância, quando comparados aos observados na própria série de dados da estação, para tanto utilizaram de análise no tocante à sua

consistência, homogeneização e no preenchimento de falhas em cada série. Caso ocorram problemas nos equipamentos ou por impedimento do observador que resultem em dias sem observação ou mesmo intervalo de tempos maiores, os dados falhos foram preenchidos com os dados de três postos vizinhos, localizados o mais próximo possível, onde se aplicou a seguinte equação:

$$P_x = \frac{1}{3} \left(\frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right)$$

Em que:

P_x - é o valor de chuva que se deseja determinar;

N_x - é a precipitação diária do posto x ;

N_A , N_B e N_C - são, respectivamente, as precipitações diárias observadas dos postos vizinhos A, B e C;

P_A , P_B e P_C - são, respectivamente, as precipitações observadas no instante que o posto x falhou.

Os valores das temperaturas máxima, média e mínima do ar foram gerados pelo software Estima_T (Cavalcanti et al., 1994; Cavalcanti et al., 2006). Estas informações fez-se necessário em razão da oscilação que a temperatura apresenta ao longo do dia nas latitudes baixas, ocasionando grande oscilação entre a madrugada e o início da tarde. Determinaram-se os coeficientes da função quadrática para as temperaturas máxima, média e mínima mensal em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude (Cavalcanti & Silva 2006) dada por:

$$T = C_0 + C_1\lambda + C_2\varnothing + C_3h + C_4\lambda^2 + C_5\varnothing^2 + C_6h^2 + C_7\lambda\varnothing + C_8\lambda h + C_9\varnothing h$$

Em que: C_0, C_1, \dots, C_9 são as constantes; $\lambda, \lambda^2, \lambda \varnothing, \lambda h$ longitude; $\varnothing, \varnothing^2, \lambda \varnothing$ latitude; $h, h^2, \lambda h, \varnothing h$ altura.

Também estimaram a série temporal de temperatura, adicionando a esta anomalia de temperatura do Oceano Atlântico Tropical (Silva, Souza, Cavalcanti, Souza & Marinho 2006).

$$T_{ij} = T_i + AAT_{ij} \quad i=1,2,3,\dots,12 \quad j=1950, 1951, 1952,\dots,2015$$

Em que:

$i=1,2,3,\dots,12; j=1950, 1951, 1952, 1953,\dots,2018$.

As análises demonstram a variabilidade do comportamento anual da série histórica para o período de 1981 a 2019, seguida das ocorrências dos semestres chuvosos e secos, e para as quatro estações do ano (verão, primavera, outono e inverno), para a temperatura e precipitação. Visando detectar o padrão térmico e a interferência pluvial

Aplicou-se a metodologia de anos padrões e utilizou-se para classificação da precipitação estabelecida em cinco classes de enquadramento térmico para os anos, semestres e trimestres trabalhados. Quente quando o desvio em relação à média do período foi superior a 1°C, Tendente a Quente quando oscilou acima de 0,5°C e 1°C, Normal quando a temperatura não distanciou mais que 0,5°C positivo ou negativo em relação à média, Tendente a Frio quando o desvio esteve entre 0,5° e 1°C negativos. Frio quando a perda em relação à média superou 1°C. (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação, padrões térmicos, valores e classes utilizadas nas aplicações das temperaturas para anos quentes, Normais e frios.

Metodologia – Anos padrões		
Classificações	Padrões térmicos	Desvio (\pm) em porcentagem
Anos quentes	Quentes (Q)	$>1^{\circ}\text{C}$
	Tendente a quente (TQ)	$>0,5^{\circ}\text{C} / 1^{\circ}\text{C}$
Anos Normais	Normal (N)	$0^{\circ}\text{C} / 0,5^{\circ}\text{C}$
Anos Frios	Frio (F)	$< 1^{\circ}\text{C}$
	Tendente a frio (TF)	$-0,5^{\circ}\text{C} / -1^{\circ}\text{C}$

Fonte: Autores.

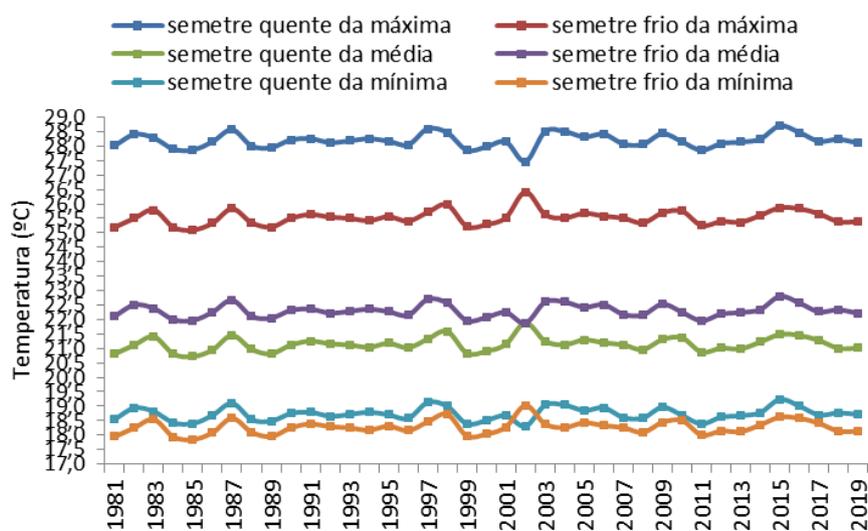
3. Resultados e Discussão

O clima de uma região tem alteração anual quanto às suas características (Soriano, 1997), por isso a OMM (Organização Meteorológica Mundial, 1989) estabeleceu que em estudos de clima, sejam utilizadas médias de pelos menos trinta anos de dados observados. Para períodos curtos, dez anos, denominada normal provisória pode ser utilizado para avaliar o comportamento do clima desde que se trabalha com anos sucessivos.

A Figura 2 tem-se as variabilidades das temperaturas máxima, média e mínima por semestre quente e frio respectivamente para o município de Lagoa Seca – PB no período de 1981 – 2019. O semestre quente corresponde aos meses de setembro a fevereiro o qual é conhecido com o período seco, o semestre frio corresponde aos meses de março a agosto e corresponde aos meses mais chuvosos da área de estudo.

Com oscilações entre 27,5 °C a 28,7 °C e média anual de 28,6 °C foram às flutuações registradas no semestre quente da temperatura máxima com 1,2 °C de aumento. Destacam-se os anos com maiores valores térmicos para o semestre quente foram: 1982; 2006 e 2009 com 28,4 °C. Os anos de 1998; 2003; 2004 e 2016 registraram 28,5 °C, Os anos de 1987 e 1997 sua temperatura foi de 28,6 °C e o ano de 2015 com temperatura de 28,7 °C. No semestre frio da temperatura máxima apresentou-se com oscilações fluindo entre 26,4 °C a 25,1 °C, este trimestre registrou uma elevação de 1,3 °C. Destacam-se os anos de temperatura menos fria dentro do semestre estudado. 1985 (25,1 °C); 1983; 1987; 2010 e 2016 com 25,8 °C. O ano de 2015 (25,9 °C); 1997; 2005; 2009 e 2017 com 25,7 °C; Os anos de 1981; 1984; 1989 e 1999 com 25,2 °C e o ano de 2022 com 26,4 °C. Em conformidade com os autores (Collins, Chaves & Marques 2009; Reguero, Rosado & Mendez 2019) as tendências positivas das temperaturas com ocorrências de acréscimo apresentam áreas maiores do que as de tendências negativas, o que corroboram com os resultados discutidos.

Figura 2. Variabilidades da temperatura máxima, média e mínima do semestre quente e frio do período de 1981- 2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros (2020).

No semestre frio da temperatura média registraram-se flutuações entre 21,9 °C a 20,7 °C com média de 21,2 °C e um acréscimo térmico do semestre de 1,2 °C. Destacam-se os anos de 1981; 1984; 1989 e 1999 com 20,8 °C. O ano de 1985 com 20,7 °C; Os anos de 1987; 2015 e 2016 com 21,5 °C. 1998 com 21,6 °C e 2002 com 21,9 °C. No semestre quente da temperatura média observaram-se oscilações fluindo entre 21,9 °C a 22,8 °C com aumento de 0,9 °C e média de 22,3 °C. 21,9 °C (2002); 22,7 °C (1987; 1997); 22,6 °C (1998; 2003; 2004 e 2016) e com 22,8 °C em 2015. Estudos que corroboram com os resultados discutidos como o de (Marengo, Alves, Beserra & Lacerda 2011; Marengo & Camargo 2008; Medeiros 2017).

No semestre quente da temperatura mínima as temperaturas oscilaram entre 19,2 °C a 18,3 °C com acréscimo de 0,9 °C e média de 18,7 °C. O ano de 2002 com 18,3 °C; 1982 e 2006 com 18,9 °C; 1983; 1990; 1991 e 2018 com 18,8 °C; 1986, 1992, 1993, 1995 2001, 2010, 2013, 2017 e 2019 com 18,7; 1997 (19,1 °C) e 2015 (19,2 °C). No semestre frio da temperatura mínima as temperaturas oscilaram entre 19,0 °C a 17,8 °C com média de 18,3 °C e com acréscimo de 1,7 °C. Os anos de menores temperaturas mínimas registradas foram 1981; 1984 e 1985 com 17,9 °C. Nos anos de 1987 e 2010 (18,5 °C; 1998; 2015 e 2016 (18,7 °C) e 2002 com 19,0 °C.

Estudos como os dos autores (Ometto 1981; Pereira, Angelocci e Sentelha 2002) os quais mostraram que as flutuações dos índices das temperaturas máximas e mínimas do ar permanecem integradas à quantidade da energia solar recebida, cobertura de nuvem, umidade relativa do ar e solo, vento e dos parâmetros orografia, altitude e latitude local, estes estudos vem a corroborar com os resultados e discussões aqui em debate.

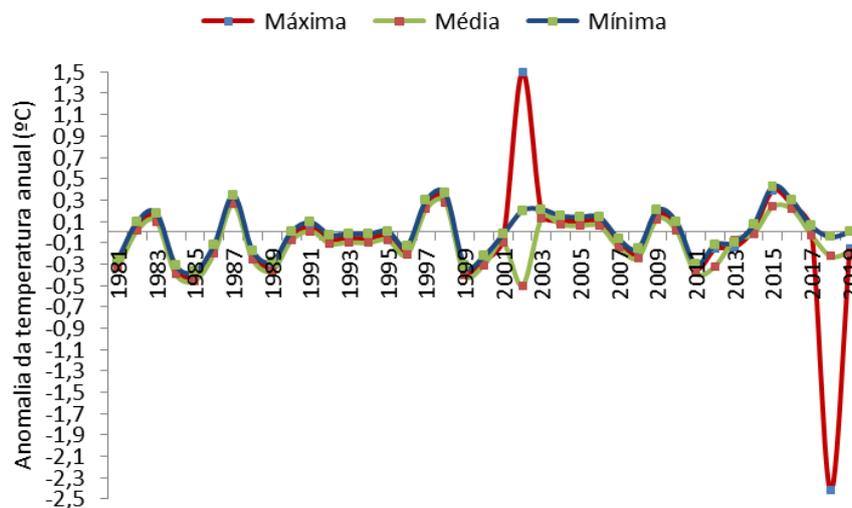
Na Figura 3 observam-se as oscilações das anomalias das temperaturas: máxima, média e mínima do período de 1981- 2019 no município de Lagoa Seca – PB. As flutuações das anomalias da temperatura máxima oscilaram entre -0,4 °C nos anos de 1984; 1985; 1999 e 2015 a 1,5 °C no ano de 2002. Destacam-se os anos de 1999; 19995; 2014 e 2017 onde não se registrou anomalias, ou seja, seu valor foi de 0,0 °C. O ano de 2018 registrou a maior anomalia com -2,4 °C. Estas oscilações estão de acordo com os estudos de (Marengo 2007; Medeiros, Kozmhinsky, Holanda & Silva 2018; Medeiros 2016).

Nas anomalias das temperaturas médias as flutuações registraram-se entre 0,3 °C nos anos de 1981; 1987 e 1998 a -0,5 °C nos anos de 1985 e 2002. Os anos de 1982; 1991; 2010; 2014 e 2017 não se registraram oscilações nas suas anomalias.

Nas anomalias das temperaturas mínimas as oscilações registraram-se entre 0,4 °C nos anos de 1998 e 2018 a -0,4 °C no ano de 1985 e sem variabilidade de anomalias registrou-se nos anos de 1990; 1992 a 1995; 2001; 2018 e 2019. Estas oscilações são acentuadas e devem

ser avaliada visando melhores adequações aos seres humanos que poderá ocasionar doenças respiratórias, desidratação principalmente nos recém-nascido e terceira idade. Na parte agrícola ocasiona maiores poderes evapotranspirativos, ressecamento do solo, estresse, má qualidade dos frutos e grão, redução de produtividade e possibilidade de incêndio.

Figura 3. Variabilidades das anomalias da temperatura anual máxima, média e mínima do período de 1981- 2019 no município de Lagoa Seca – PB.



Fonte: Medeiros, (2020).

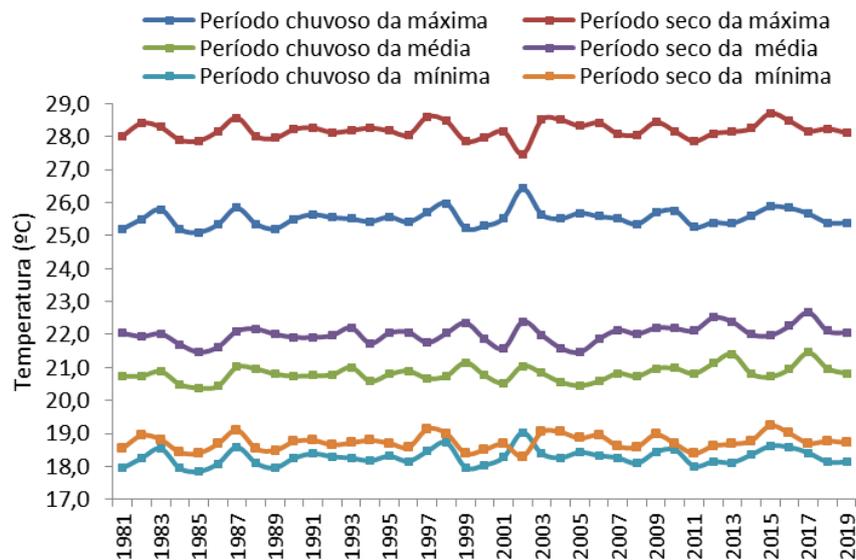
Estudos como o do (IPCC 2014; Assad & Pinto 2008) no Brasil e no mundo, sobre o aquecimento global e segurança alimentar indicam que a mudança climática pode afetar a produção de alimentos e fazer com que áreas de risco aumentem. Estudos como os dos autores (Marengo 2007; Marengo & Camargo 2008, IPCC 2007; IPCC 2011; IPCC 2014; Medeiros, Kozmhinsky, Holanda & Silva 2018; Medeiros 2017), corroboram com as discussões e os resultados encontrados neste artigo.

As flutuações dos elementos climáticos sobre os continentes podem ser desviadas por forçantes locais, regionais, ou por eventos remotos extremos. Estas anomalias são conduzidas no tempo e espaço pelas teleconexões do sistema climático que envolve as circulações atmosféricas e correntes oceânicas. Por meio da análise das afinidades entre oceano e atmosfera, os padrões das teleconexões podem ser úteis e levarmos a compreender a abrangência de eventos anômalos em áreas longínquas, desencadeadas por forçantes locais ou

regionais (Garreaud, Vuille, Compnucci & Marengo, 2008; Byrne & O’gorman 2018). Este resultado vem a explicar as flutuações anômalas registradas na área de estudo.

Na Figura 4 observam-se as oscilações das temperaturas máxima, média e mínima durante os semestres chuvoso e seco em Lagoa Seca entre o período de 1981-2019. A oscilação da temperatura máxima para o semestre chuvoso oscila entre 26,4 °C a 25,1 °C com uma média de 25,5 °C. Os anos que apresentaram maiores e menores temperaturas para os semestres chuvoso foram: 1998 (26,0 °C) e 2002 (26,4 °C); 1984; 1989 e 1999 com 25,2 °C e 1986 com 25,1 °C. As oscilações da temperatura máxima no semestre seco fluíram entre 28,7 °C a 27,5 °C com média de 28,2 °C. As maiores temperatura registradas no semestre seco com temperatura máxima foram os anos de 1987 com 28,6 °C; 1997 com 28,6 °C e 2015 com 28,7 °C e as menores temperaturas máximas no referido semestre foram os anos de 1984; 1985; 1999 e 2011 com 27,9 °C e o ano de 2002 com 27,5 °C.

Figura 4. Oscilações das temperaturas máxima, média e mínima durante o período chuvoso e seco em Lagoa Seca entre o período de 1981-2019.



Fonte: Medeiros, (2020).

Estudos como os dos autores (Marengo 2007; Marengo & Camargo 2008; IPCC 2007; IPCC 2011; IPCC 2014) e Medeiros, Kozmhinsky, Holanda & Silva 2018; Medeiros 2017), corroboram com as discussões e os resultado deste artigo.

Na Tabela 2 observam-se as variabilidades dos parâmetros estatísticos das temperaturas máxima, média e mínima (°C) no período chuvoso e seco para Lagoa Seca – PB compreendidas entre 1981 – 2019. A temperatura máxima, média e mínima do período

chuvoso foi de 25,5 °C; 21,1 °C e 18,3 °C, respectivamente, no período seco registrou-se temperatura máxima de 28,8 °C, média de 22,3 °C e mínima de 18,7 °C. A mediana tem uma representativa melhor que a média para ambos os períodos chuvoso e seco. O desvio padrão e o coeficiente de variância foram iguais para ambos os períodos em estudo. Nos valores máximos absolutos destacam-se as flutuações da temperatura máxima e mínima para o período seco e as oscilações da temperatura mínima no período chuvoso.

Tabela 2. Parâmetros estatísticos das temperaturas máxima, média e mínima (°C) no período chuvoso e seco para Lagoa Seca – PB compreendidas entre 1981 – 2019.

Parâmetros/elementos	Média	Mediana	Desvio padrão	Coeficiente variância	Máximo absoluto	Mínimo absoluto
Temp. máx. per. chuv	25,5	22,2	0,2	0,01	26,4	25,1
Temp. máx. per. seco	28,2	28,4	0,2	0,01	28,7	27,5
Temp.médiaper. chuv	21,1	20,9	0,2	0,01	21,9	20,7
Temp.média per. seco	22,3	22,1	0,2	0,01	22,8	21,9
Temp. mín. per. Chuv	18,3	18,1	0,2	0,01	19,0	17,9
Temp. mín. per. seco	18,7	18,8	0,2	0,01	19,2	18,3

Legenda: Temp. máx. per. Chuv = Temperatura máxima período chuvoso; Temp. máx. per. Seco = Temperatura máxima período seco; Temp. média per. chuv = Temperatura média período chuvoso; Temp. média per. seco = Temperatura média período seco; Temp. mín. per. Chuv = Temperatura mínima período chuvoso; Temp. mín. per. Seco = Temperatura mínima período seco.

Fonte: Medeiros, (2020).

Estudos como os dos autores (Marengo 2007; Marengo, Alves Beserra e Lacerda 2008; IPCC 2007; IPCC 2014 e Medeiros, Kozmhinsky, Holanda & Silva 2018; Medeiros 2017), corroboram com as discussões e os resultados encontrados neste artigo. Aumento nas temperaturas extremas (máxima e mínima) e nos índices evaporativos vem a causar eventos extremos pluviais de curto intervalo de tempo e de alta intensidade, sendo prejudicial à hortaliça. (França, Ferraz, Medeiros, Holanda & Rolim Neto 2019).

Marengo, Alves Beserra e Lacerda. (2011) explica que o aumento da temperatura influencia na perda de umidade do solo, como consequência do aumento da evapotranspiração. Souza (2006) explicou que a disponibilidade de água no solo é influenciada pelas flutuações térmicas e a distribuição espaço temporal das precipitações. Estes estudos corroboram com os resultados da pesquisa em discussões.

Na Tabela 3 têm-se as variabilidades das frequências das classes das temperaturas máxima, média e mínima para a série do período de 1981 a 2019 no município de Lagoa seca – Brasil.

Nas respectivas classes trabalhadas destaca-se que para a temperatura máxima predominou a classe normal com 14 frequências; na temperatura mínima predominou a classe frio com 12 frequências, não se registrou as classes quentes e tendendo a quente para as flutuações das temperaturas mínimas, a maior frequência registrada para a temperatura mínima foi de 20 vezes, destaca-se que em Lagoa Seca as madrugadas ainda apresentam temperatura menores que a média climatológica para as classes normal; frio e tendo a frio.

Tabela 3. Frequências das Classes das temperaturas máxima, média e mínima para a série do período de 1981 a 2019 no município de Lagoa seca – Brasil.

Classe	Temp máxima			Temp média			Temp mínima		
	Freq	%	Clas	Freq	%	Clas	Freq	%	Clas
Quente	9	0,23	2°	3	0,08	4	0	-	-
Tendente a quente	8	0,21	3°	4	0,105	3°	0	-	-
Normal	14	0,36	1°	6	0,158	2°	20	0,53	1°
Frio	4	0,10	5°	12	0,316	1°	1	0,03	3°
Tendente a frio	5	0,13	4°	12	0,316	1°	18	0,47	2°

Legenda: Temp = Temperatura; Freq = Frequência anual (quantas vezes ocorridas); % = valor percentual; clas = classificação; (-) sem ocorrência.

Fonte: Medeiros, (2020).

Na Tabela 4 têm-se as maiores variabilidades das temperaturas anual máxima, média e mínima seguidamente dos seus anos de registros para as classes: frio, normal e quente em Lagoa Seca entre o período de 1981 a 2019.

Tabela 4. Temperatura anual máxima, média e mínima (°C) seguidamente dos seus anos de registos no município de Lagoa Seca – PB, o período de 1981 a 2019.

Anual	Frio	Normal	Quente	Período (1981-2019)
Temp. máxima	2018 (24,5)	2008(26,7)	2002(28,4)	2002(28,4)
Temp. média	1985(21,3)	2006(21,9)	21,5(1988)	1991(23,0)
Temp. mínima	1981(18,2)	2009(18,7)	2015(18,9)	1985(18,1)

Legenda: Temp. = temperatura (°C).

Fonte: Medeiros, (2020).

Estas flutuações ocasionaram chuvas de moderadas a forte em curto intervalo de tempo e com alta magnitude, sendo prejudicial às fruticulturas e hortaliças, estando em conformidade com os estudos de (Marengo, Alves, Beserra & Lacerda 2011; Souza (2006); França, Ferraz, Medeiros, Holanda & Rolim Neto 2019).

As oscilações das temperaturas máxima, média e mínima (°C) nos períodos chuvoso e seco, seguidamente dos seus anos de registos no município de Lagoa Seca – PB no período de 1981 a 2019. Tabela 5. Com diferenças de temperatura por volta de 2,5 °C entre os períodos chuvoso e seco na temperatura máxima e de 1,2 °C nas temperaturas mínimas e médias (Tabela 5).

Tabela 5. Oscilações das temperaturas máxima, média e mínima (°C) nos períodos chuvoso e seco, seguidamente dos seus anos de registos no município de Lagoa Seca – PB, no período de 1981 a 2019.

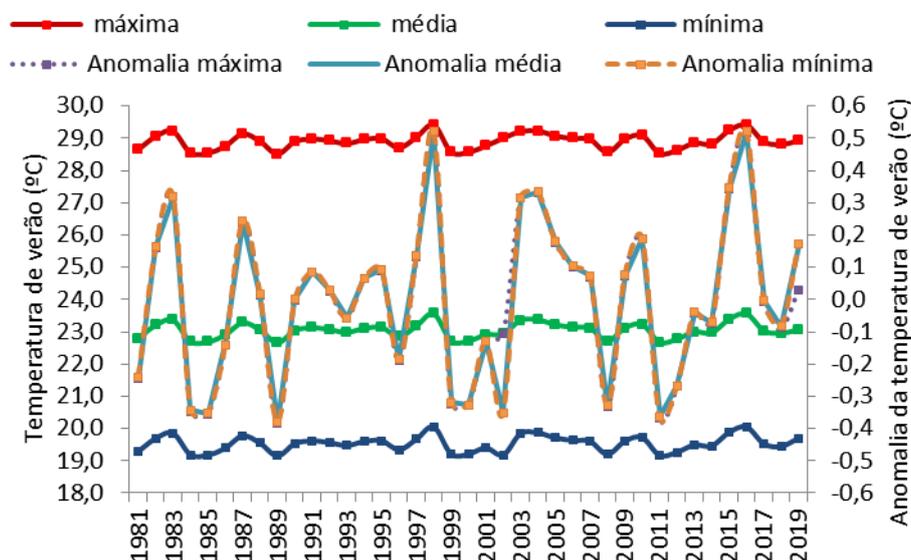
Temperaturas (°C)	Período chuvoso	Período seco	Média	período	Média	período
			chuvoso	seco	seco	seco
Máxima	26,4 (2000)	28,7 (2015)	25,5			28,2
Média	21,9 (2000)	22,9 (2015)	21,1			22,3
Mínima	19,0 (2002)	19,2 (2015)	18,3			19,2

Fonte: Medeiros, (2020).

As variabilidades da temperatura no globo terrestre são influenciadas por vários fatores como a distância entre corpos hídricos, a radiação incidente, orografia, os ventos predominantes e as correntes oceânicas. Na Figura 5 observam-se as distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação verão no município de Lagoa Seca – Paraíba.

A temperatura máxima na estação verão registra média de 28,9 °C. Os anos que registraram temperatura máxima superior a 29 °C foram 1982; 1983; 1987; 1991; 1994; 1995; 1997; 1998; entre 2002 a 2007; 2009; 2010; 2015 e 2016. Os demais anos a temperatura máxima fluiu abaixo dos 29 °C. A temperatura média apresentou média histórica de 23 °C e os anos com temperatura superiores a média (23 °C) foram: 1982; 1983; 1987; 1988; 1991; 1992; 1994; 1995; 1997; 1998; 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2009; 2010; 2015; 2016 e 2019. Os anos não citados a média foi inferior aos 23 °C.

Figura 5. Distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação verão no município de Lagoa Seca – Paraíba.



Fonte: Medeiros, (2020).

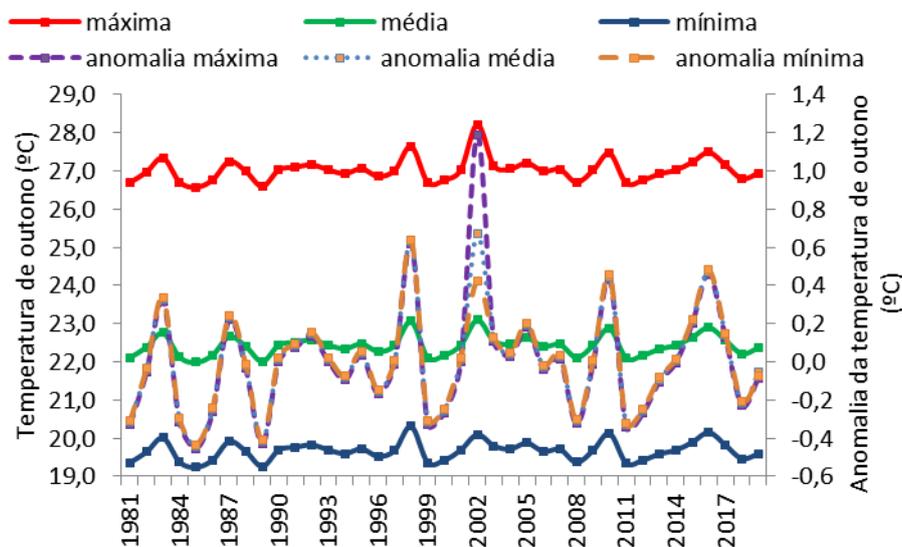
A temperatura mínima registrada foi de 19,5 °C e os anos com temperatura mínima superiores a média são: 1982; 1983; 1987; 1988; 1991; 1992; 1994; 1995; 1997; 1998; 2003 a 2007; 2009; 2010; 2015; 2016 e 2019. As variabilidades das anomalias nas temperaturas máxima, média e mínima foram praticamente igualadas em todo o período estudadas. Estas flutuações estão em concordâncias com o estudo do (IPCC 2014; Marengo 2013; Marengo 2015).

A distribuição das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação outono no município de Lagoa Seca – Paraíba. Com média de 27 °C e o máximo absoluto de 28,2 °C e seu mínimo absoluto de 26,6 °C. Os anos que registraram temperatura máxima

superior a 27 °C foram 1983; 1987; 1991; 1992; 1995; 1998; 2002; 2003; 2004; 2005; 2010; 2015; 2016; 2017. Os demais anos a temperatura máxima fluiu abaixo dos 27°C.

A temperatura média de 22,4 °C e os anos que se registrou temperatura média superior foram 1983; 1991; 1992; 1995 e 1998. Os valores máximos e mínimos relativos na estação outono foram de 23,1 °C e 22 °C.

Figura 6. Distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação outono no município de Lagoa Seca – Paraíba.



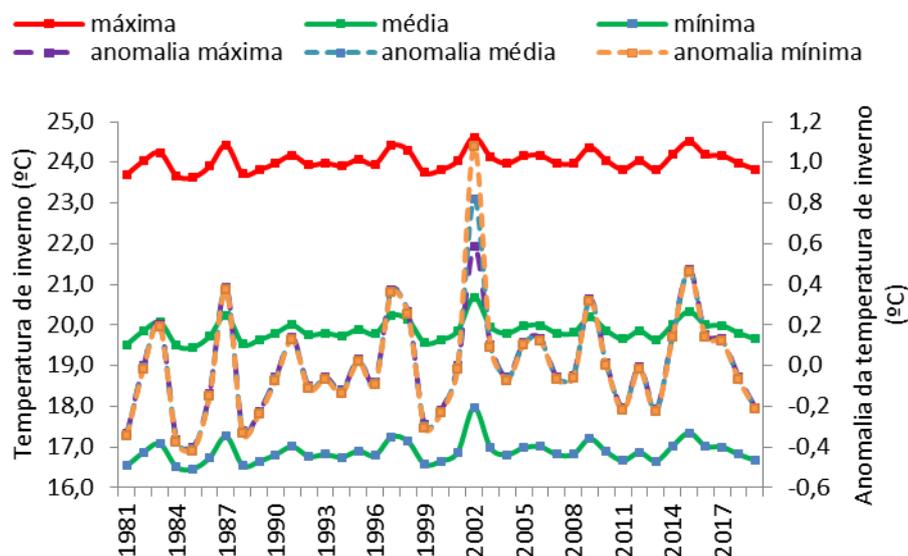
Fonte: Medeiros, (2020).

As oscilações das temperaturas mínimas fluíram entre 20,3 °C a 19,2 °C. Registrou média de 19,7 °C. Os anos que superaram o valor médio foram 1983; 1987; 1991; 1992; 1998; 2002; 2005; 2010; 2015; 2016 e 2017.

As anomalias máximas, médias e mínimas fluíram igualmente para as respectivas variabilidades exceto o ano de 2002 que excederam o padrão normal das demais anomalias.

As Distribuições das temperaturas máxima, média e mínima e suas anomalias na estação inverno no município de Lagoa Seca – Paraíba, no período de 1981 a 2019. As temperaturas máxima, média e mínima tem média de 24,0 °C, 19,9 °C e 16,9 °C respectivamente. As anomalias das citadas temperatura referidas são iguais em todos os anos exceto para o ano de 2003 onde as temperaturas diferem (Figura 7).

Figura 7. Distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação inverno no município de Lagoa Seca – Paraíba.

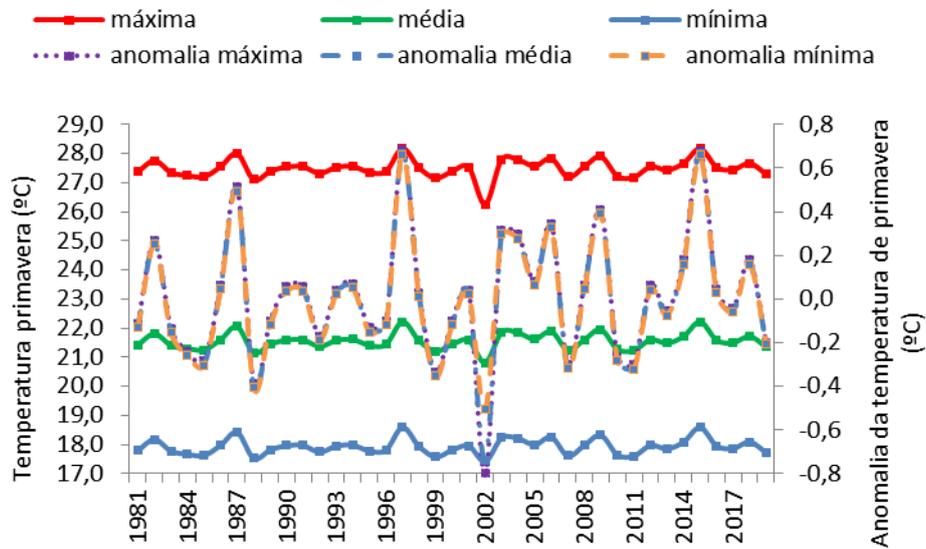


Fonte: Medeiros, (2020).

As distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação primavera estão representadas na Figura 8. A Temperatura máxima é de 27,5 °C e suas flutuações interanual fluem entre 28,2 °C nos anos de 1997 e 2015 a 26,3 °C no ano de 2002, seus valores máximos e mínimos absolutos são de 28,2 °C e 26,3 °C respectivamente. Com temperatura média de 21,6 °C e suas flutuações interanual oscilando de 22,2 °C nos anos de 1997 e 2015 a 20,8 °C no ano de 2002. Seus valores máximos e mínimos absolutos foram de 22,2 °C e 20,8 °C respectivamente. A temperatura mínima anual é de 17,9 °C e suas flutuações ocorrem entre 18,6 °C no ano de 1997 a 17,4 °C no ano de 2002. Os valores máximos e mínimos absolutos registrados foram de 18,6 °C e 17,9 °C.

As anomalias das temperaturas máxima, média e mínima diferem nos seguintes anos 1990; 1991; 1998; 2001; 2012 e 2016. Nos demais anos estudados as anomalias foram iguais.

Figura 8. Distribuições das temperaturas e suas anomalias máxima, média e mínima na estação primavera no município de Lagoa Seca – Paraíba.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na Tabela 6 têm-se as oscilações dos parâmetros estatísticos da temperatura máxima, média e mínima (°C) para as estações do ano em Lagoa Seca – PB entre 1981 – 2019. A mediana é o parâmetro que melhor representa as oscilações térmicas da área estudada. O desvio padrão apresenta maiores flutuabilidades para a temperatura máxima nas estações outono e primavera. Os valores máximos e mínimos absolutos oscilam de estações a estações e suas oscilações foram registradas pelos fatores atmosféricos locais e regionais com auxílio da meso e larga escalas. As oscilações máximas dos coeficientes de variâncias registrou-se nas quatro estações com a temperatura mínima, na temperatura média e máxima na estação verão registrou-se o menor coeficiente de variância. A temperatura média da máxima oscilou entre 24 °C no (inverno) a 28,9 °C no verão. As temperaturas médias fluíram entre 19,9 °C no inverno a 23 °C no verão. As flutuações das temperaturas mínimas oscilaram entre 16,9 °C na estação inverno a 19,7 °C no outono. Estas flutuações estão em concordâncias com o estudo do (IPCC 2014; Marengo 2013; Marengo 2015).

Tabela 6. Parâmetros estatísticos da temperatura (°C) nas estações do ano em Lagoa Seca – PB compreendidas entre 1981 – 2019.

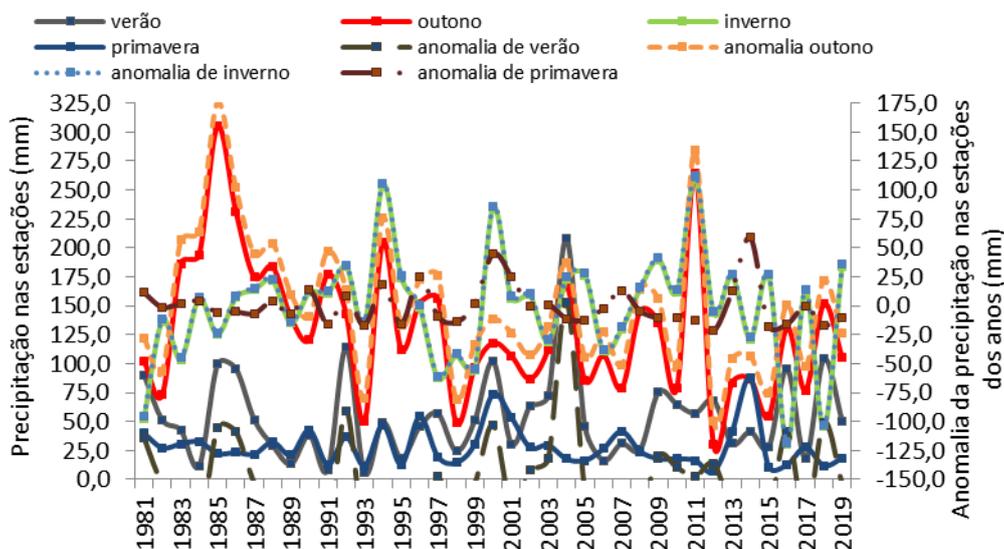
Estações/Parâmetros	Média	Mediana	Desvio padrão	Coefficiente. Variância	Máximo absoluto	Mínimo absoluto
Temperatura Máxima						
Verão	28,9	28,6	0,244	0,008	29,4	28,5
Outono	27,0	26,7	0,313	0,012	28,2	26,6
Inverno	24,0	23,7	0,235	0,010	24,6	23,6
Primavera	27,5	27,2	0,330	0,012	28,2	26,3
Temperatura Média						
Verão	23,0	22,7	0,244	0,011	23,6	22,7
Outono	22,4	22,1	0,268	0,012	23,1	22,0
Inverno	19,9	19,6	0,253	0,013	20,7	19,5
Primavera	21,6	21,2	0,288	0,013	22,2	20,8
Temperatura Mínima						
Verão	19,5	19,2	0,251	0,013	22,2	20,8
Outono	19,7	19,4	0,255	0,013	20,1	19,2
Inverno	16,9	16,6	0,278	0,016	20,3	19,2
Primavera	17,9	17,6	0,274	0,015	18,0	16,5

Fonte: Medeiros, (2020).

A estação verão é caracterizada com média de 54,6 mm, desvio padrão de 38,8 mm, coeficiente de variância de 0,71 e com os valores máximos e mínimos absolutos de 207,8 mm e 5,8 mm, a anomalias pluviais fluem entre 153,3 mm a -48,7 mm.

A estação inverno registra média histórica de 148,3 mm; desvio padrão de 48,6 mm; coeficiente de variância de 0,32. Os valores máximos e mínimos absolutos ocorridos foram de 261,1 mm e 30,2 mm respectivamente, a variabilidade da anomalia pluvial fluiu entre 112,7 mm a -118,1 mm.

Figura 9. Distribuições das precipitações e suas anomalias nas estações do ano no município de Lagoa Seca – Paraíba.



Fonte: Medeiros, (2020).

Na estação outono tem-se média histórica de 129,8 mm, desvio padrão de 59,6 mm, coeficiente de variância de 0,46 e os máximos e mínimos valores absolutos foram 305,2 mm e 30,3 mm. As anomalias pluviiais oscilaram entre 175,4 mm a -99,5 mm.

Com média climatológica de 28,6 mm, desvio padrão de 17,1 mm, coeficiente de variância de 0,60 e com seus máximos e mínimo absolutos de 87,4 mm e 6,7 mm. As anomalias pluviiais fluíram de 58,8 mm a -21,9 mm, estas são as variabilidade da estação primavera na área de estudo.

A análise do comportamento das chuvas se torna importante uma vez que, possibilita detectar tendências ou alterações no clima, em escalas locais, regionais, estaduais, nacionais e continentais (Silveira, Souza Filho, Martins, Oliveira, Costa, Nobrega, Souza & Silva 2016; Marcuzzo, Goulart & Melo 2012), conforme ainda o autor o excesso ou a falta de chuva pode ser favorável ou prejudicial ao desenvolvimento da socioeconômico, porém a análise das precipitações é de extrema importância feitas ao longo de um período histórico

Cunha & Assad (2001) afirmaram que os elementos climáticos são os principais determinantes das oscilações de produtividades dos rendimento das culturas na hortaliça e das flexibilidade na agropecuária segundo ainda o autores a temperatura, umidade e precipitação não podem ser controlados ou modificados pelo homem em grande escala.

Na Tabela 7 têm-se as variabilidades dos parâmetros estatísticos dos índices pluviiais (mm) nas estações do ano em Lagoa Seca – PB compreendidas entre 1981 – 2019.

As estações verão e primavera correspondem ao final do período chuvoso e início do período seco para a área de estudo, apresentam médias de 54,6 mm e 28,6 mm, estes índices pluviométricos são ocasionados pelos efeitos locais e pela troca de calor sensível e latente na região. Nas estações outono e inverno predominam o período chuvoso com médias pluviométricas de 129,8 mm e 148,3 mm respectivamente estas magnitudes pluviométricas registradas nas estações outono e inverno são ocasionados pelas variabilidades atmosféricas de larga escala atuantes no período e suas contribuições locais e regionais. Não se descarta a possibilidade de ocorrências de veranicos prologados superiores a vinte e dois (22) dias na região. Os índices pluviométricos elevados registram-se nas estações outono e inverno assim como para os demais elementos estudados.

Tabela 7. Parâmetros estatísticos da precipitação (mm) nas estações do ano em Lagoa Seca – PB compreendidas entre 1981 – 2019.

Estações/parâmetros	Média	Mediana	Des pad	Coef. Var.	Máx abs.	Mín. abs
Verão	54,6	50,9	38,8	0,7	207,8	5,8
Outono	129,8	96,6	59,6	0,5	305,2	30,3
Inverno	148,3	94,3	48,6	0,3	261,0	30,2
Primavera	28,6	30,8	17,1	0,6	87,4	6,7

Legenda: Des pad = Desvio Padrão; Coef. var. = Coeficiente variância (%); Máx abs. = máximo absoluto; Mín abs = mínimo absoluto.

Fonte: Medeiros, (2020).

Observam-se oscilações térmicas máximas do período chuvoso tendem a reduzir em anos onde a precipitação é superior a média da série, e apresenta incrementos quando os índices pluviométricos ocorrem abaixo do valor mediano. O inverso ocorre com as oscilações térmicas mínimas. A instabilidade atmosférica apresenta regularidade sem empenho das mudanças das estações. A estação inverno não sofre alterações bruscas como nas demais estações.

Mearns 1984; Katz (1991); Katz & Brown. (1992) demonstraram que a frequência relativa de eventos extremos depende das mudanças no desvio padrão e não apenas da média. Katz (1991) supõe que uma mudança em uma variável climática que possua distribuição de probabilidade poderá resultar em uma mudança na forma de sua distribuição estudos como os dos autores acima corroboram com este estudo.

4. Considerações Finais

As flutuações das temperaturas (máxima, média e mínima) nas estações outono e primavera têm influências diretas sobre os índices pluviométricos das mesmas estações.

Os eventos de precipitações máximas e mínimas absolutas estão relacionados às flutuações máximas e mínimas das temperaturas estudadas.

Estas flutuações das máximas e mínimas absolutas de temperatura e precipitações devem ser estudadas para diferentes regiões do globo, visto que tanto a precipitação como a temperatura local apresentam índices elevados no período chuvoso (março a agosto), seguido do período seco (setembro a abril) que registram temperaturas mais elevadas com alguns momentos de reduções acentuada.

Os sistemas atmosféricos de larga e meso escalam auxiliados pelos sistemas regionais e locais que influenciam os elementos temperatura e precipitação na área de estudo devem fornecer subsídios aos tomadores de decisões governamentais, aos planejadores e aos elaboradores de projetos visando uma melhor preparação de uso e aproveitamento dos recursos hídricos.

Sugere-se um estudo com maiores detalhes e utilizando-se das informações dos boletins meteorológicos, cartas sinóticas e imagens de satélite, carta de cobertura de nuvem e de insolação total visando verificar com exatidão os poderes evaporativos e evapotranspirado ocasionados pelos sistemas atmosféricos que predominaram na área de estudo.

As atividades antrópicas sem controles associadas às distribuições e as variabilidades pluviométricas e térmicas vem trazendo consequências negativas a socioeconômicas e a sobrevivência humana.

Referências

AESA. (2020). Agência executiva de água e clima do Estado da Paraíba. <http://www.aesa.gov.br>

Alvares, CA, Stape, JL, Sentelhas, PC, Gonçalves, JLM & Sparovek, G. (2014). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22(1): 711–28.

Alvarenga, LA. (2012). Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. *Revista Agrogeoambiental, Minas Gerais*, 4(2): 1-07, ago.

Assad, ED & Pinto, HS (2008). Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil. EMBRAPA-CEPAGRI, São Paulo, agosto, p.82

Barbarisi, BF, Pilau, FG, Marin, FR, Assad, ED & Pinto, HS (2006). Estimativa da temperatura do ar para os Estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Tocantins a partir do uso de imagens de radar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis,

Bardin, L, Pedro Júnior, MJ, & Moraes, JFL (2010). Estimativa das temperaturas máximas e mínimas do ar para a região do Circuito das Frutas, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 6, p. 618-624.

Bettolli, Penalba, O (2018). Statistical downscaling of daily precipitation and temperatures in southern La Plata Basin. International Journal of Climatology, 38, 3705– 3722.

Brito, JHN, Feitoza, DMA, & Nascimento, NS. (2015). Eventos extremos de precipitação no juazeiro do norte. In: 2 Workshop Internacional, 2., Município de Barbalha – CE. Resumo de Congresso. Município de Barbalha – CE: Contec, 2015. p. 1 - 8.

Byrne, M, & O’gorman, P, (2018). Trends in continental temperature and humidity directly linked to ocean warming. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 19, 4863-4868.

Catalunha, MJ, Sedyama, GC, Leal, BG, Soares, CP, & Ribeiro, AB, (2002). Aplicação de cinco funções densidade de probabilidade a séries de precipitação pluvial no Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.10, n.1, p.153-162.

Cavalcanti, EP, Silva, VPR, & Sousa, FAS, (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), p. 140-147.

Cavalcanti, EP, & Silva, EDV, (1994). Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8, 1994. Belo Horizonte, Anais..., Belo Horizonte: SBMET, v.1, p.154-157.

Coelho, D, Sedyama, G, & Vieira, M. (1973). Estimativa das temperaturas médias mensais e anual no estado de minas gerais. Revista Ceres, Viçosa, MG, v.20, p. 455-459.

Coelho, C, Oliveira, C, Ambrizzi, T, Reboita, M, Carpenedo, C, Campos, J, Tomaziello, A, Pampuch, L, Custódio, M, Dutra, L, Rocha, R, & Rehbein, A, (2016). The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. Climate Dynamics 46, 3737-3752.

Collins, J, Chaves, R, & Marques, V, (2009). Temperature Variability over South America. Journal of Climate 22, 5854-5869.

Cordeiro, A, Berlato, M, Fontana, D, & Alves, R, (2016). Tendências climáticas das temperaturas do ar no Rio Grande do Sul, Sul do Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física 9, 868-880.

Costa, TSA, Costa Filho, JF, Baracho, DC, Santos, TS, & Marinho, ECS, (2011). 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.

Cunha, GR, & Assad, ED, (2001). Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 377-385.

Detzer, J, Loikith, P, Pampuch, L, Mechoso, C, Barkhordarian, A, & Lee, H, (2019). Characterizing monthly temperature variability states and associated meteorology across southern South America. International Journal of Climatology 40, 492-508, doi: <https://doi.org/10.1002/joc.6224>.

Feitoza, L, Scárdua, J, Sediayama, G, & Valle, S. (1980). Estimativas das temperaturas médias das máximas mensais e anual do Estado do Espírito Santo. Revista do Centro Ciências Rurais, Santa Maria, v.10, p. 25-32.

França, MV, Ferraz, JXV, Medeiros, RM, Holanda, RM, & Rolim Neto, FC, (2019). Balanço hídrico entre 2000-2016 e seu comparativo com o ano de 2016 e sua influência do armazenamento de água no solo no município de Serra Talhada – PE. Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais. 1 ed. : Editora Itacaiúnas, v.1, p. 357-365.

Garreaud, R, Vuille, M, Compagnucci, R, & Marengo, J, (2008). Present-day South America climate. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, doi: 10.1016/j.paleo.2007.10.032.

IPCC. Climate Change (2013): The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5)(Cambridge Univ Press, New York), p. 1535. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: Working Group I: The Physical Science Basis (Summary for Policymakers). Cambridge. 2007. Disponível: GS.

IPCC. (2014). Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: 2014.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponível: 2014.

Köppen, W, (1931). Grundriss der Klimakunde: Outline of climate science. Berlin: Walter de Gruyter. P.388.

Köppen, W, & Geiger, R, (1928). Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150 x 200cm.

Katz, RW, (1991). Towards a statistical paradigm for climate change. Preprints, 7TH Conference on Applied climatology, American Meteorological Society, Boston.

Katz, RW, & Brown. (1992). Barbara Grown Extreme Events in a Changing Climate: Variability is more important than averages. *Climate Change*. v.21, n.3. p.289-302.

Kayano, M, Andreoli, R, Souza, R, & Garcia, S, (2017). Spatiotemporal variability modes of surface air temperature in South America during the 1951–2010 period: ENSO and non-ENSO components. *International Journal Of Climatology* 37, doi: 10.1002/joc.4972.

Lopart, M, Reboita, M, Coppola, E, Giorgi, F, Rocha, R, & Souza, D, (2018). Land Use Change over the Amazon Forest and Its Impact on the Local Climate. *Water* 10, doi: 10.3390/w10020149.

Marcuzzo, F.F.N.; Goularte, E.R.P.; & Melo, D.C.R. (2012). Mapeamento Espacial, Temporal e Sazonal das Chuvas no Bioma Amazônico do Estado do Tocantins. *Anais. In: X Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, 10.

Marengo, JA, (2015). Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. Disponível em: http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf. Acessado 2020. v1.p.125.

Marengo, JA, Alves, LM, Beserra, EA, & Lacerda, FF, (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. ISBN 978-85-64265-01-1. INSA. Pag. 303 – 422. Campina Grande - PB.

Marengo, JA (2009). *Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil*. Rio de Janeiro: Fbds,

Marengo, J.A, & Camargo, CC, (2008). Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960 - 2002. *International Journal of Climatology*. v.28, p.893-904.

Marengo, JA, Nobre, CA, & Ambrizzi, T, (2007). *Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI: sumário técnico*. 1. ed. Brasília: MMA, 54p.

Marengo, JA, (2007). Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio Mudanças Climáticas Globais e Efeitos sobre a Biodiversidade – Subprojeto: Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do Século XXI. Brasília.

Medeiros, RM, Kozmhinsky, M, Holanda, RM, & Silva, VP, (2018). Temperatura média do ar e suas flutuações no Estado de Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Meio Ambiente, n.2, v.1. 081-093,

Medeiros, R.M, Holanda, RM, & Silva, VP, (2018). Tendências pluviiais e análise da média móvel para São Bento do Una - PE, Brasil. Revista de Geografia (Recife) V. 35, No. 5,

Medeiros, RM, (2017). Amplitudes térmicas e sua oscilação mensal na grande metrópole Recife-PE, Brasil. Revista Paisagens & Geografias. v.2, n.1, p.31-45.

Medeiros, RM, (2016). Estudo climatológico do município de Matinhas - PB. Campina Grande - PB: Editora da Universidade Federal de Campina Grande - EDUFPG, v.1. p.150.

Medeiros, R. M. (2016). Estudo agroclimatológicos do Estado da Paraíba. p. 137..

Medeiros, RM, Azevedo, PV, & Saboya, LMF, (2013) Classificação climática e zoneamento agroclimático para o município de Amarante – PI. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v. 7, n. 2, p. 170 - 180.

Montroull, N, Saurral, R, & Camilloni, I, (2018). Hydrological impacts in La Plata basin under 1.5, 2 and 3 °C global warming above the preindustrial level. International Journal of Climatology v.38, p.3355-3368.

Obregón, GO, & Marengo, JÁ, (2007). Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas. Relatório 2. São Paulo: CPTEC/INPE, 91p.

Oliveira, P, Santos, SM, & Lima, K, (2017). Climatology and trend analysis of extreme precipitation in subregions of Northeast Brazil. *Theoretical and Applied Climatology* 130, 77-90.

Oliveira Neto, SN, Reis, RG, Reis, MGF, & Leite, HG, (2000). Estimativa de temperaturas para o território brasileiro localizado entre 16 e 24° latitude Sul e 48° e 60° longitude Oeste. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro-RJ, p. 926-931.

Ometto, JC, (1981). *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ceres, 440p.

Organização Meteorológica Mundial - OMM. (1989). Calculation of monthly and annual 30 - year standard normals. Geneva: WMO.

Pereira, AR, Angelocci, LR, & Sentelhas, PC, (2007). *Meteorologia Agrícola*. ESALQ, Departamento de Ciências Exatas. Piracicaba, SP. 192 p.

Pereira, AR, Angelocci, LR, & Sentelhas, PC (2002). *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Agropecuária, 478p.

Reguero, B, Losada, I, & Méndez, F, (2019). A recent increase in global wave power as a consequence of oceanic warming. *Nature Communications* 10, doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08066-0>.

Sediyama, G, & Melo Júnior, J, (1998). Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de minas gerais. *Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG*, v. 6, p. 57-61.

Silva, VPR, Sousa, FAS, Cavalcanti, EP, Souza, EP, & Silva, BB, (2006). Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, v. 68, n. 1, p.781-792.

Silveira, CS, Souza Filho, FA, Martins, ESPR, Oliveira, JL, Costa, AC, Nobrega, MT, Souza, SA, & Silva, RFV, (2016). Mudanças climáticas na bacia do rio São Francisco : Uma análise

para precipitação e temperatura. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 21, 416–428.
Disponível: <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v21n2.p416-428>.

Smith, T, Reynolds, R, Peterson, T, & Lawrimore, J, (2008). Improvements to NOAA's historical merged land-ocean surface temperature analysis (1880-2006). Journal of Climate 21, 2283-2296, doi: 10.1175/JCLI2100.1.

Soriano, BMA, (1997). Caracterização climática de Corumbá-MS. Corumbá: EMBRAPA-CPAP.

Sousa, ES, Lima, FWB, Maciel, GF, Sousa, JP, & Picanço, AP, (2015). Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas–TO. XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belém - PA, Anais on line,

Souza, MJH, et al., (2006). Disponibilidade hídrica do solo e produtividade do eucalipto em três regiões da bacia do Rio Doce. R. Árvore, 30[3], 399-410.

Thornthwaite, C,W, (1948). An Approach Toward a Rational Classification of Climate. Geogr. Ver. 38, 55-94.

Thornthwaite, CW & Mather, JR (1955). The Water Balance. New Jersey: Drexel Institute Of Technology. Publications In Climatology, 104p.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Romildo Morant de Holanda – 50%

Raimundo Mainar de Medeiros – 50%