



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E AGRÁRIAS – CAMPUS IV
DEPARTAMENTO DE AGRÁRIAS E EXATAS
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

GÉSSICA MARTINS DE FIGUEREDO

**VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE E DA
EVAPORAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO
ROCHA-PB**

**CATOLÉ DO ROCHA/PB
2021**

GÉSSICA MARTINS DE FIGUEREDO

**VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE E DA
EVAPORAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO
ROCHA-PB**

Trabalho de conclusão de curso
Apresentado ao curso de Graduação em
Ciências Agrárias da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
Parcial a obtenção do título de licenciado
Em Ciências Agrárias.

Orientador: Prof. Dr Evandro Franklin de Mesquita

**CATOLÉ DO ROCHA/PB
2021**

F475v Figueredo, Géssica Martins de.
Variabilidade espaço-temporal da
pluviosidade e da evaporação de
referência para o município de Catolé do Rocha-PB
[manuscrito] / Gessica Martins de Figueredo. - 2021.
28 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba,
Centro de Ciências Humanas e Agrárias, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Evandro Franklin de
Mesquita, Coordenação do Curso de Ciências Agrárias
- CCHA."

1. Tanque classe A. 2. Pluviômetro. 3.

Sistemas meteorológicos. I. Título

GÉSSICA MARTINS DE FIGUEREDO

**VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE E DA
EVAPORAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO
ROCHA-PB**

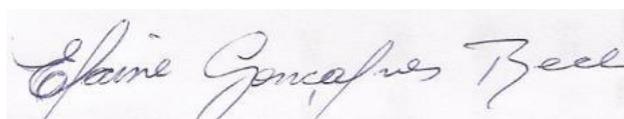
Trabalho de conclusão de curso
Apresentado ao curso de Graduação em
Ciências Agrárias da Universidade
Estadual da Paraíba, como requisito
Parcial a obtenção do título de licenciado
Em ciências agrárias.

Aprovada em: 04 de Outubro de 2021

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Elaine Gonçalves Rech
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Esp. Alex Serafim de Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado saúde, capacidade, sabedoria e força para conseguir chegar até o final do curso.

Agradeço também a minha família, ao meu pai José Antônio de Figueredo por ter me ajudado em tudo desde o início, indo comigo na uepb e no meu lugar quando era preciso, por me incentivar a estudar e chegar até o fim do curso.

A minha mãe, Maria de Fátima Martins de Figueredo, por sempre me estimular a continuar no curso, a ir até o fim, me dando conselhos para não desistir.

Aos meus colegas, Maria Rayanne, Maiane, Luísa, Jeâmila, Denis e Wellington pelo companheirismo, por estarem presentes em tudo e pelo apoio durante todos esses anos que passamos juntos.

A todos os meus professores que foram essenciais para poder ter conseguido chegar até aqui.

Agradeço muito também ao meu orientador Evandro Franklin de Mesquita, por ter me aceito logo no início do curso no seu projeto e grupo de pesquisa solaplant, por toda a ajuda, carinho, companheirismo, pela paciência que teve comigo no decorrer de todos esses anos.

Ao meu grupo de pesquisa solaplant, por ter me acolhido muito bem e me ensinado tudo que sei.

Agradeço também a UEPB, por todo o apoio que o campus me deu e por ter sido durante todos esses anos como uma mãe para mim.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	08
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	09
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA PLUVIOSIDADE E DA EVAPORAÇÃO DE REFERÊNCIA PARA O MUNICÍPIO DE CATOLÉ DO ROCHA-PB

Géssica Martins de Figueredo

Resumo:

O estado da Paraíba, especificamente no alto sertão paraibano, é caracterizado pela variabilidade espacial e temporal da pluviosidade e da evapotranspiração, proveniente do clima semiárido que está inserido a região, e ainda, atuação de diferentes sistemas meteorológicos. O conhecimento sobre a variabilidade e distribuição da pluviosidade e da evapotranspiração de uma região são de valores importantes, tanto científicos, quanto sustentáveis, especialmente para a agricultura de sequeiro em regiões áridas e semiáridas. Objetivou-se quantificar a pluviosidade e a evaporação de referência (mm/mês e mm/ano), entre os anos de 2016 a 2020, em Catolé do Rocha-PB com a finalidade de determinar o período chuvoso e seco, e assim, minimizar as perdas de produção agrícola devido aos fatores ambientais. Os dados diários de pluviosidade e da evaporação de referência foram obtidos por meio de um pluviômetro e do método indireto do tanque classe A, respectivamente. A pluviosidade foi analisada pelo teste não paramétrico de Friedman e o teste de Conover e a evaporação de referência, aplicou-se o teste paramétrico da ANAVA de medidas repetidas de um fator e o teste de Tukey HSD. Ambos, os testes paramétricos e não paramétricos, foram analisados pela Real Statistics, usando o Microsoft Excel, bem como, a frequência absoluta. Também, foi analisada, a correlação linear de Pearson, e a sua significância pelo teste t e análise de correspondência entre os anos de 2016 a 2020, em Catolé do Rocha-PB para a pluviosidade em mm/ano e a evaporação de referência em mm/ano. Para a realização dessas análises foi utilizado o software estatísticos R. Pelos os resultados obtidos, o período de inverno na cidade de Catolé do Rocha-PB compreende entre os meses de janeiro a junho e o período de seca compreende entre os meses de agosto a dezembro. A média da evaporação de referência entre os anos de 2016 a 2020 foi 2,1 vezes a mais do que a pluviosidade. A média da pluviosidade e da evaporação de referência em Catolé do Rocha-PB entre os anos de 2016 a 2020 foram de 827 mm/ano e 1704 mm/ano e, estão compatíveis com as médias históricas de 800 mm/ano e 1700 mm/ano, respectivamente.

Palavras-Chave: tanque classe A, pluviômetro e sistemas meteorológicos.

VARIABILITY SPACE-TEMPORAL OF THE RAINFALL AND EVAPORATION OF
REFERENCE FOR THE MUNICIPALITY OF CATOLÉ DO ROCHA-PB

Abstract:

The state of Paraíba, specifically in the upper sertão of Paraíba, is characterized by the spatial and temporal variability of rainfall and evapotranspiration, resulting from the semi-arid climate in which the region is located, and also by the performance of different meteorological systems. Knowledge about the variability and distribution of rainfall and evapotranspiration in a region are of important scientific and sustainable values, especially for rainfed agriculture in arid and semi-arid regions. The objective was to quantify the reference rainfall and evaporation (mm/month and mm/year), between the years 2016 to 2020, in Catolé do Rocha-PB, in order to determine the rainy and dry season, and thus minimize agricultural production losses due to environmental factors. Daily rainfall and reference evaporation data were obtained by means of a pluviometer and the indirect method of the class A tank, respectively. Rainfall was analyzed by the non-parametric Friedman test and the Conover test and reference evaporation, the one-way repeated measures ANOVA parametric test and the Tukey HSD test were applied. Both the parametric and non-parametric tests were analyzed by Real Statistics, using Microsoft Excel, as well as the absolute frequency. Pearson's linear correlation was also analyzed, and its significance was analyzed using the test t and correspondence analysis between the years 2016 to 2020, in Catolé do Rocha-PB, for rainfall in mm/year and reference evaporation in mm/ year. For these analyses, the statistical software R was used. Based on the results obtained, the winter period in the city of Catolé do Rocha-PB ranges from January to June and the dry period ranges from August to December . The average of the reference evaporation between the years 2016 to 2020 was 2.1 times more than the rainfall. The average rainfall and evaporation of reference in Catolé do Rocha-PB between the years 2016 to 2020 were 827 mm/year and 1704 mm/year and are compatible with the historical averages of 800 mm/year and 1700 mm/year year, respectively.

Key-words: Class A tank, rain gauge and meteorological systems.

1 INTRODUÇÃO

A quantidade e qualidade da água dependem diretamente dos fatores meteorológicos de uma região, dentre eles, a pluviosidade e a evapotranspiração, sendo mais acentuada em regiões de clima semiárido e árido onde a evapotranspiração é maior do que a pluviosidade, causando déficit hídrico de água para agropecuária e até para o consumo humano, fato confirmado por Mesquita et al. (2021) ao afirmarem que a dependência parece mais séria nas áreas do Alto Sertão paraibano, devido a diminuição volumétrica dos mananciais, em resposta a insuficiente e irregular distribuição da pluviosidade, compromete o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade agrícola.

Em regiões semiáridas e áridas onde a escassez hídrica é fato real devido as condições climáticas, há uma preocupação com a disponibilidade de recursos hídricos para a agricultura irrigada e de sequeira das terras semiáridas, nos períodos de aridez anuais, vez que nessas áreas o déficit hídrico reduz a disponibilidade de água no solo e, com efeito, a eficiência agrônômica do uso da água pelas plantas, com reflexo negativo no crescimento e o rendimento das culturas (BERTINO et al., 2015; BARBOSA et al., 2016).

A microrregião de Catolé do Rocha, localizada no Alto Sertão da Paraíba, apresenta grande diversidade em seus sistemas de produção com viabilidade ambiental para o desenvolvimento de novas atividades agrícolas. Nesse contexto, a média aritmética entre os anos de 2014 a 2019 da pluviosidade e da evaporação de referência foi de 745,3 e 1868 mm/ano, respectivamente, obtida na estação meteorológica da Universidade Estadual da Paraíba, Campus IV (MESQUITA et al. 2021). A evaporação de referência (ET_0) foi 2,5 vezes maior que a pluviosidade. Assim, a determinação do período chuvoso e de seca torna-se essencial para a sustentabilidade da região, sendo necessário a quantificação da pluviosidade e evaporação de referência, dentre outros fatores climáticos para minimizar os efeitos intempéries de uma região.

A pluviosidade é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para a sociedade e influencia diretamente a agropecuária de uma região, fato confirmado por Dallacort et al. (2008), que relata que a pluviosidade está dentro dos componentes

meteorológicos mais importantes e atuantes nas situações ambientais, essencialmente para a agricultura, interferindo exatamente no crescimento das culturas agrícolas e na formação final. Para Dantas (2019), o excesso ou escassez de chuvas acarretam danos socioeconômicos e ambientais de grande magnitude, sendo uma ferramenta que auxilia na previsão desses fenômenos naturais, e é de suma importância o seu monitoramento diário para a sustentabilidade agrícola de uma região. Da mesma forma, Silva et al. (2011) afirmam que a pluviosidade e a evapotranspiração são primordiais na formação do clima de uma estipulada região, tratando basicamente sobre o balanço de água no solo, na temperatura e umidade do ar.

Com isso, objetivou-se quantificar a pluviosidade e a evaporação de referência (mm/mês e mm/ano), entre os anos de 2016 a 2020 em Catolé do Rocha-PB.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os valores diários de evaporação de referência (ET_0) e da pluviosidade foram coletados no período de 01 de janeiro a 31 de dezembro nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 na Estação Meteorológica da Escola Agrotécnica do Cajueiro (latitude $6^{\circ}21'8,055''S$, longitude $37^{\circ}43'23,817''W$ e altitude 237 m), pertencente ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias, instalada na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB, Campus IV, localizada no município de Catolé do Rocha-PB).

O clima da região é do tipo BSW h' , ou seja, quente e seco do tipo estepe, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se por ser semiárido quente, com duas estações distintas Alvares et al. (2013), uma chuvosa com precipitação irregular e outra sem precipitação. De acordo com a classificação de Fiplan, o município apresenta temperatura média anual de 27° C, evaporação média anual de 1707 mm e a precipitação pluvial média anual de 874,4 mm, cuja maior parte concentra-se no trimestre fevereiro/abril, com chuvas irregularmente distribuídas, segundo a AESA.

A evaporação de referência (ET_0) foi determinada diariamente pelo método indireto do Tanque de USWB Classe A (Figura 1). O evaporímetro instalado na estação meteorológica da Escola Agrotécnica do Cajueiro EAC/UEPB/Campus IV consiste num tanque circular de aço galvanizado, chapa n. 22, 121 cm de diâmetro interno e 22,5 cm de profundidade, instalado sobre um estrado de madeira de 15 cm de altura, cheio de água até 5 cm da borda superior. O nível da água é repostado diariamente para evitar limite inferior de 7,5 cm da borda superior, conforme metodologia empregada por

Bernardo et al. (2019), conforme a Figura 1. A (ET_0) foi calculada pela seguinte equação:

$ET_0 = K_t * EV$, onde:

K_t = coeficiente do tanque, que foi 0,75, conforme os dados meteorológico, segundo Doorenbos e Pruitt (1977).

EV = Evaporação do tanque, em mm/dia.

Medição: Coloca-se o micrômetro no poço, se não houver chuva, a ponta do gancho deve ficar para fora da água, indicando que houve evaporação, então gira-se o nônio que é uma régua em sentido anti-horário até que cubra a ponta do gancho, faz-se a leitura e calcula a evaporação do dia anterior diminuindo pela leitura do dia. A evaporação será dada em mm. Para os dias seguintes, as medições serão feitas normalmente e para calcular a evaporação, sempre será utilizada a leitura do dia anterior. Vale lembrar que em dias de chuva não tem evaporação do tanque.



Figura 1. Tanque classe A da estação meteorológica da Escola Agrotécnica do Cajueiro/UEPB/Campus IV, 2020, o Poço tranquilizador de metal e o Micrômetro de gancho.

Os dados diários de Pluviosidade, foram obtidos por meio de um pluviômetro Ville de Paris 125 mm milimetrado (Figura 2), coletado as 7:00 horas, após a precipitação do dia anterior, e medido através de uma proveta de plástico pluviométrica, obtendo a Pluviosidade diária, posteriormente, transformado em precipitação mensal e anual.

Medição: Coloca-se a proveta pluviométrica abaixo do pluviômetro, em seguida, abre a torneira até que saia toda a água do pluviômetro, com isso, obtêm-se os mm de chuva do dia.



Figura 2. Pluviômetro Ville de Paris 125 mm milimetrado, instalado na Estação de meteorológica da Escola Agrotécnica do Cajueiro/UEPB/Campus IV, 2020 e a Proveta pluviométrica.

Os dados de Pluviosidade, entre os anos de 2016 a 2020, em Catolé do Rocha-PB foram submetidos à análise de estatística descritiva de posição e dispersão, tendo em vista obterem resultados científicos mais aprimorados. A média, a mediana, o desvio padrão e o coeficiente de variação foram às ferramentas utilizadas a fim de verificar as medidas de posição e dispersão, cujos detalhes podem ser encontrados em Ferreira (2018).

Os dados de pluviosidade entre os anos de 2016 a 2020 foram submetidos a normalidade do erro (distribuição normal), homogeneidade de variância através dos testes Shapiro Wilk e Leven's, respectivamente, e a presença de outliers através de Box Plot. Os dados não apresentaram distribuição normal e/ou normalidade do erro ($P < 0,05$), exceto o ano de 2020 ($P = 0,056$). Também não há homogeneidade da variância com valor p igual a 0,003. Por fim, os dados não apresentaram valores de outliers. Com isso, a mediana é a medida de dispersão mais apropriada para analisar os dados. Para isto, foram utilizados o teste não paramétrico de Friedman e o teste de CONOVER, conforme Fontelles (2012), por serem mais apropriados para analisarmos os dados.

Os dados de evaporação de referência entre o período de 2016 a 2020 foram submetidos a normalidade do erro (distribuição normal), homogeneidade de variância através dos testes Shapiro Wilk e Leven's, respectivamente, e a presença de outliers através de Box Plot. Os dados há distribuição normal e/ou normalidade do erro ($P > 0,05$) e homogeneidade da variância com valor p igual a 0,83. Por fim, os dados não apresentaram valores de outliers. Com isso, os pressupostos foram atendidos, a média é

a medida de dispersão mais apropriada para analisar os dados, para isto, aplicou-se o teste paramétrico da ANAVA de medidas repetidas e o teste de Tukey HSD.

Ambos os testes paramétricos, ANAVA medidas repetidas e o teste não paramétrico de Friedman foram analisados pelo Real Statistics, usando o Microsoft Excel, bem como, a frequência absoluta.

Também foi analisado a correlação linear de Pearson e sua significância pelo teste t e a análise de correspondência entre os anos de 2016 a 2020, em Catolé do Rocha-PB para a pluviosidade mm ano^{-1} e a evaporação de referência mm ano^{-1} . Para a realização destas análises foram utilizando o software estatísticos R (TEAM, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na (Tabela 1), que há uma grande variabilidade da pluviosidade (mm/ano) na cidade de Catolé do Rocha-PB entre os anos de 2016 a 2020, haja vista que o coeficiente de variação variou de 104,64% a 138,65%, fato confirmado por Diniz (2013) ao avaliar a pluviosidade nas cidades de Campina Grande e João Pessoa, o coeficiente de variação variou de (33 a 106%) e (32,2 e 84,3%), respectivamente.

Tabela 1. Valores da média (m), a mediana (me), desvio padrão da média (S), erro padrão da média (S(m)) e o coeficiente de variação (CV%), referente a Pluviosidade (mm ano^{-1}), nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 na cidade de Catolé do Rocha-PB.

Anos	m	Me	S	S (m)	CV (%)
2016	48,02	34,70	56,18	16,22	116,99
2017	43,73	37,89	45,76	13,21	104,64
2018	75,68	11,72	104,94	30,29	138,65
2019	64,12	23,35	76,54	22,09	119,39
2020	113,04	61,75	122,00	35,22	107,93

O modelo de distribuição normal dos dados de pluviosidade foi assimétrico, ou seja, as médias e as medianas estão muitos distantes entre si, concordando com Almeida et al. (2013) que observarem nas regiões do Brejo e do Cariri paraibano, que a distribuição mensal e anual da pluviosidade foi assimétrica. Como constatado na Tabela 1, a assimetria no modelo de distribuição anual de chuvas entre os anos de 2016 a 2020,

indicando que, a média não é a medida de tendência central mais provável de ocorrer, mesmo sendo a mais usada, Ferreira (2018). Isso indica que o uso da mediana deve ser usado, em vez da média para maior confiabilidade dos dados, como sugere Almeida et al. (2016), estatisticamente, a mediana é uma medida de tendência central que divide um conjunto ordenado de uma série de dados em outras duas e, portanto, ela pertence a uma classe de medidas denominada de quantil.

O coeficiente de variação (CV) dá uma ideia da oscilação anual da pluviosidade na cidade de Catolé do Rocha-PB. Nota-se que houve alta variação do CV (%) entre os anos de 2016 a 2020, cujos valores oscilaram entre 104,64% a 138,65%, isto indica uma grande variação anual na pluviosidade (mm/ano) em quantidade, duração e distribuição, favorecendo a uma vulnerabilidade das colheitas. De acordo com Pimental-Gomes (2009) e Ferreira (2018), o coeficiente de variação é considerado baixo, quando inferior a 10%; médios quando de 10 a 20%; alto, quando de 20 a 30%; muito alto, quando superiores a 30%.

Com isso, a agricultura de sequeiro na Microrregião de Catolé do Rocha-PB é seguramente dependente do suprimento de água através da técnica de irrigação para que às culturas possam atingir suas máximas produtividades, pois a região é caracterizada por insuficientes e mal distribuídos índices pluviométricos, fato confirmado por Moura et al. (2007) ao afirmar que a variabilidade interanual da pluviometria, associada aos baixos valores totais anuais pluviométricos sobre a região Nordeste do Brasil, é um dos principais fatores para a ocorrência dos eventos de “secas”, caracterizadas por acentuada redução do total pluviométrico sazonal durante o período chuvoso.

A média da evaporação de referência anual (mm/ano) variou de 129,93 mm/ano e 188,67 mm/ano, referentes aos anos de 2017 e 2019, respectivamente. De acordo com Pereira et. al. (2002), a evaporação é o processo físico pelo qual um líquido passa para o estado gasoso, ou seja, é a perda de água na atmosfera e ocorre de oceanos, lagos, do solo, e da vegetação úmida. A evaporação é relativa à primavera e ao verão, registram as menores médias e medianas da precipitação. Merece destaque o trimestre de outubro, novembro e dezembro, que são os meses menos chuvosos. Para os mesmos autores, a evapotranspiração potencial (ETP) ou de referência (ET0) é a quantidade de água que seria utilizada por uma extensão, superfície vegetada com grama, com altura entre 8 e

15 cm, em crescimento ativo, cobrindo totalmente a superfície do solo, e sem restrição hídrica.

A média aritmética anual da evapotranspiração potencial (ET_P) ou de referência (ET_0) (Tabela 2) foi superior à média da pluviosidade (Tabela 1) entre os anos de 2016 a 2020, em média 2 vezes maior, sendo uma característica do clima semiárido, fato confirmado por Schmid et al. (2018) que ao estudarem a variabilidade climática da disponibilidade hídrica na Região Semiárida do Estado do Rio Grande do Norte, observaram aumento gradual da temperatura média do ar, e um déficit hídrico para a região de predomínio do bioma caatinga, desta forma e a situação se torna cada vez mais preocupante, pois temperaturas mais elevadas provocam aumento das taxas de evapotranspiração e diminuição de água nos solos.

Tabela 2. Valores da média (m), a mediana (me), desvio padrão da média (S), erro padrão da média ($S(m)$) e o coeficiente de variação ($CV\%$), referente a evaporação de referência ($ET_0 - mm/ano$), nos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 na cidade de Catolé do Rocha-PB.

Anos	\bar{m}	Me	S	S (m)	CV (%)
2016	173,98	171,80	46,38	13,39	26,65
2017	188,67	195,50	45,09	13,01	24,55
2018	141,25	145,50	59,62	17,21	42,21
2019	129,83	110,00	52,21	15,07	40,21
2020	119,08	120,00	46,30	13,36	38,89

Com relação à dispersão, observam-se nas Tabelas 1 e 2, para os anos de 2016 a 2020, os desvios padrão superam a média para a pluviosidade e ficam inferior para a evaporação de referência. Isso demonstra o quanto os valores da pluviosidade podem variar, para mais ou para menos, o equivalente ao valor do desvio padrão. Assim, o desvio padrão é um indicativo da maior irregularidade da pluviosidade em comparação com a evaporação de referência entre anos de 2016 a 2020, indicando a predominância do bioma caatinga com baixas e irregulares pluviosidades durante o ano. Quanto menor o erro padrão melhor a precisão da estimativa da média, conforme relata Ferreira

(2018), o erro padrão da média fornece uma ideia da precisão da estimativa da média, ou seja, quando menor ele for, maior será a precisão da estimativa da média. Esta variável revelou que a agricultura na Microrregião de Catolé do Rocha é necessariamente dependente do suprimento de água através da técnica da irrigação, e que a agricultura de sequeira é vulnerável as condições climáticas do semiárido.

O Teste não paramétrico de Friedman mostrou que há diferença de pluviosidade mm ano⁻¹ na cidade de Catolé do Rocha-PB, entre os anos de 2016 a 2020 [$H_{(4)} = 15,68$; $p = 0,0034$], indicando uma variabilidade da pluviosidade anual em Catolé do Rocha-PB. Esta variável meteorológica é muito importante para determinar o período de seca e inverno de uma região, além de determinar a distribuição e a irregularidade das chuvas de uma região (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo da análise do Teste não paramétrico Friedman para a pluviosidade mm ano⁻¹ na cidade de Catolé do Rocha-PB, referente aos anos de 2016 a 2020

Fonte de Variação	Valores
Grau de Liberalidade	4
Q – Estatístico	15,68
P valor	0,0034**

**= significativo 1% pelo teste Friedman

O teste de Conover mostrou que houve diferença entre as medianas da pluviosidade, referente aos anos de 2016 e 2020, 2017 e 2020, 2018 e 2020 e 2019 e 2020 na cidade de Catolé do Rocha-PB, indicando que houve variabilidade de pluviosidade anual na cidade de Catolé do Rocha-PB (Tabela 4). Com isso, os produtores locais poderão basearem-se nos dados meteorológicos para programar o plantio de agricultura de sequeira, minimizando os riscos de perdas devido aos fatores ambientais. A diferença estatística da pluviosidade do ano de 2020 com relação aos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019 está relacionado a alta pluviosidade no ano de 2020 com valor de 1356,5 mm/ano (Figura 3 E) com uma superioridade de 69,56% em comparação à média histórica de Catolé do Rocha-PB, cuja valor é 800 mm ano⁻¹. Os anos de 2016, 2017, 2018 e 2019 apresentam pluviosidade anual compatível com a média histórica (Figuras 3 A, B, C e D).

Tabela 4. Teste de Conover ($p < 0,05$) para a pluviosidade mm ano^{-1} na cidade de Catolé do Rocha-PB, referente aos anos de 2016 a 2020.

Anos		p-valor
2016	2017	0,42 ^{ns}
2016	2018	0,092 ^{ns}
2016	2019	0,33 ^{ns}
2016	2020	0,0001**
2017	2018	0,37 ^{ns}
2017	2019	0,87 ^{ns}
2017	2020	0,001**
2018	2019	0,46 ^{ns}
2018	2020	0,014*
2019	2020	0,0020**

ns= não significativo; = *,** 1 e 5% de significância pelo teste de Conover

A análise de variância (ANAVA) de medidas repetidas mostrou que há efeito significativo da evaporação de referência entre os meses e os anos de 2016 a 2020 [$F(11,44) = 20,28$; $p < 0,01$] e [$F(4,44) = 18,18$; $p < 0,01$], respectivamente, indicando que pelo um contraste diferi entre si (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para medidas repetidas para a evaporação de referência (mm ano^{-1}), referente aos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020, na cidade de Catolé do Rocha-PB.

Fonte de Variação	GL	QM	F
Meses	11	10.533,25	19,90**
Anos	4	9440,61	17,83**
Resíduo	44	529,24	

GL grau de liberdade; QM = Quadrado Médio, **= significativo 1%

O teste Tukey HSD mostrou que há diferença entre as médias de evaporação de referência (mm/ano) para os anos de 2016 e 2018, 2016 e 2019, 2016 e 2020, 2017 e 2018, 2017 e 2019 e 2017 e 2020, mas não há diferença estatística entre os anos 2016 e 2017, 2018 e 2019, 2018 e 2020 e 2019 e 2020 (Tabela 6), Isto demonstra uma variabilidade na evaporação de referência para a cidade de Catolé do Rocha-PB, No entanto, este parâmetro meteorológico é de suma importância para agricultura irrigada e não irrigada, tendo influência direta na determinação da lâmina de irrigação.

Tabela 6, Teste de Tukey HSD ($p < 0,05$) para a evaporação de referência (mm ano^{-1}), referente aos anos de 2016 a 2020 na cidade de Catolé do Rocha-PB,

Anos		p-valor
2016	2017	0,83 ^{ns}
2016	2018	0,0086**
2016	2019	0,0002**
2016	2020	0,0000045**
2017	2018	0,00038**
2017	2019	0,0000067**
2017	2020	0,00000013**
2018	2019	0,73 ^{ns}
2018	2020	0,14 ^{ns}
2019	2020	0,78 ^{ns}

ns= não significativo, **= significativo a 1% pelo teste Tukey

Com relação a pluviosidade mensal (mm/mês) entre os anos de 2016 a 2020, verifica-se que há concentração de chuvas (Figura 3 A, B, C, D e E) entre janeiro a junho, independentemente do ano, com valores de, 534,87; 488,79; 885,44; 769,40 e 1279,90 mm, referente aos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020, representando 92,82; 93,14; 97,43, 100 e 94,35% da pluviosidade anual, cujo valores são de 576,23; 524,79; 908,21; 769,40 e 1356,50 mm ano^{-1} , respectivamente. Resultado semelhante foi obtido por Almeida et al. (2014), que observou a concentração de chuvas entre fevereiro a maio, no Seridó ocidental da Paraíba, em comparação com a média histórica de Catolé do Rocha-PB de 800 mm ano^{-1} , os anos de 2018 e 2020 estão com a pluviosidade superiores, enquanto que, os anos de 2016, 2017 e 2019 estão com a pluviosidade inferiores.

Destaca-se, entretanto, que o próprio modelo de pluviosidade em Catolé do Rocha-PB caracterizado pela irregularidade tanto em quantidade quanto em distribuição, inclusive no período chuvoso (6 meses), possa está contribuindo para o declínio da agricultura de sequeira da região em virtude dos produtores locais negligenciarem e/ou não conhecerem a importância dos meteorológico para a sustentabilidade agrícola, confirmando com Perez-Marin et al, (2012) ao afirmar que a vulnerabilidade do semiárido paraibano é constatada e que práticas agronômicas equivocadas no bioma caatinga, particularmente nos núcleos de desertificação tem levado à exaustão e a degradação dos solos.

Com relação à estação chuvosa, observa-se, que a chuva se inicia em janeiro até julho, nota-se, também, que os meses de agosto a dezembro são os secos com baixos

índices de chuva. Consta-se, também, que há diferença tanto na quantidade, quanto na distribuição e duração, independentemente do ano. Outra característica importante da estação chuvosa é a permanência da assimetria, ou seja, as médias mensais de chuvas diferem das medianas (Tabelas 1 e 2), ou seja, o modelo não permite o uso da média para representar o banco de dados.

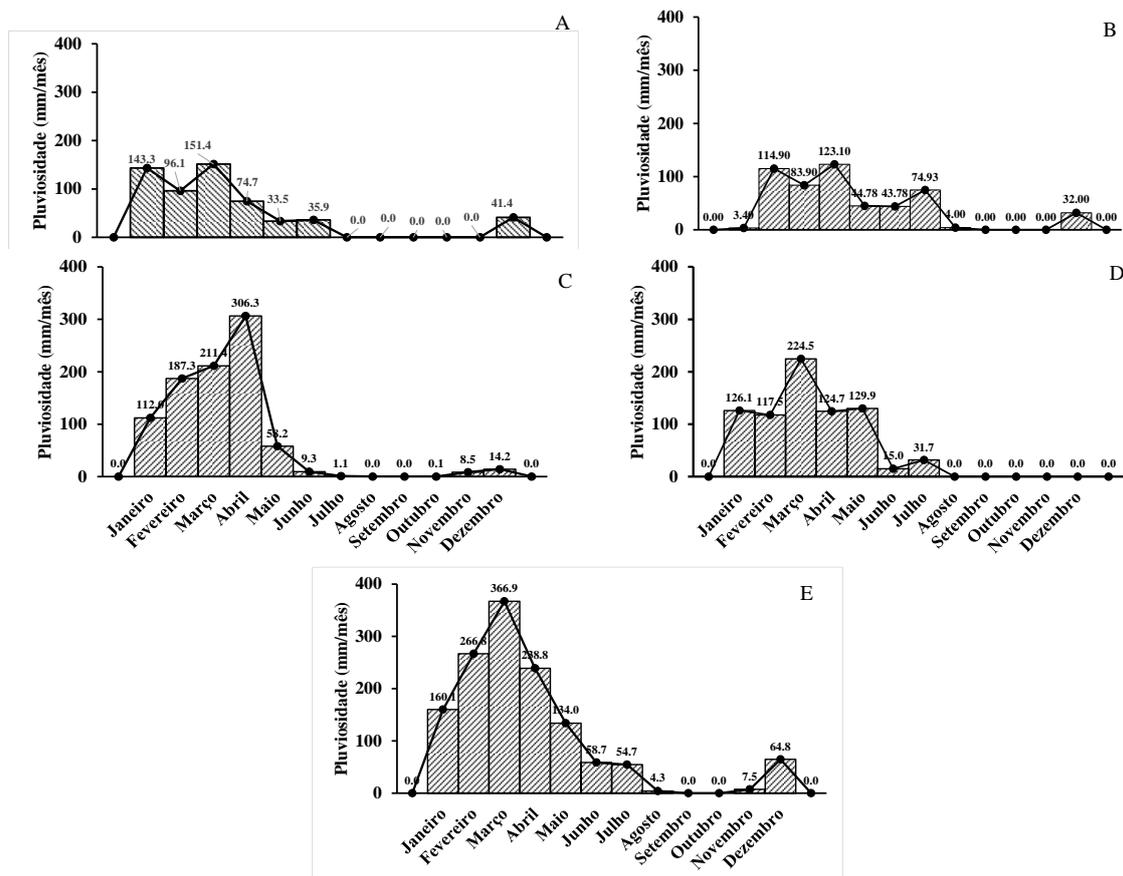


Figura 3. Histograma de frequência absoluta da pluviosidade (mm/mês), nos anos de 2016 (A), 2017 (B), 2018 (C), 2019 (D) e 2020 (E) na cidade de Catolândia do Rocha-PB.

Nas Figuras 4 A, B, C, D e E, nota-se que a maior evaporação de referência mm/mês ocorre entre os meses de julho a dezembro, caracterizando o período de seca de Catolândia do Rocha-PB, entre os anos de 2016 a 2020. Montebeller (2007) afirma que a distribuição pluviométrica de uma região é condicionada por fatores estáticos, tais como: a latitude, longitude, a distância do oceano e os efeitos orográficos, além dos fatores dinâmicos como a movimentação das massas de ar que associadas entre si, caracterizam os índices pluviométricos de uma região.

Conforme Figuras 2 e 3, podemos caracterizar o período de inverno entre janeiro a julho e o período de seca entre agosto a dezembro, sendo o mês de julho de transição entre o período de inverno e de seca na cidade de Catolé do Rocha-PB. Devido à importância da caracterização do período de inverno e de seca, há necessidade de estudos meteorológicos que permitam não somente caracterizar o regime pluvial e a evaporação de referência ET_0 , mas o uso de técnicas que possibilitem o monitoramento ou variabilidade desses dados meteorológicos. A separação entre inverno e verão, por exemplo, não deve ser feita aleatoriamente, mas sim com base científica. Para Moura et al. (2007), a marcante variabilidade interanual da pluviometria, associada aos baixos valores totais anuais pluviométricos sobre a região Nordeste do Brasil, é um dos principais fatores para a ocorrência dos eventos de “secas”, caracterizadas por acentuada redução do total pluviométrico sazonal durante o período chuvoso.

Nota-se que apenas entre os meses de 01/2016; 02 e 03/2018; 01 e 03/2019 e 01, 02, 03 e 04/2020 a evaporação de referência ET_0 é superada pelo volume precipitado (Figuras 1 e 2), Nesses meses, os volumes de chuvas foram superiores a evaporação de referência, segundo a climatologia, por outro lado, a ET_0 é elevada durante o ano todo, devido às altas temperaturas persistentes, fato confirmado por Mesquita et al, (2021), a média da temperatura e da umidade relativa do ar diurno e noturno são ($34,06^{\circ}\text{C}$ e $24,88^{\circ}\text{C}$) e (38% e 63,44%), respectivamente, na cidade de Catolé do Rocha, no período de seca. Como consequência da evapotranspiração potencial alta, resulta em déficit hídrico entre 8 e 11 meses por ano, tornando cada vez mais preocupante, pois altas temperaturas provocam incremento de evapotranspiração e diminuição do conteúdo de água no solo, confirmando com Schmidt et al. (2018) ao afirmar que o déficit hídrico para uma região de predomínio do bioma caatinga se mostrou bastante alto ao longo do ano, sem reposição hídrica expressiva. Com o mesmo raciocínio, Silva e Souza (2011) constataram maior demanda atmosférica na Mesorregião do Agreste setentrional do estado de Pernambuco, correspondentes aos meses de fevereiro a julho, os valores de ET_0 foram superiores aos observados durante o período de menor demanda atmosférica.

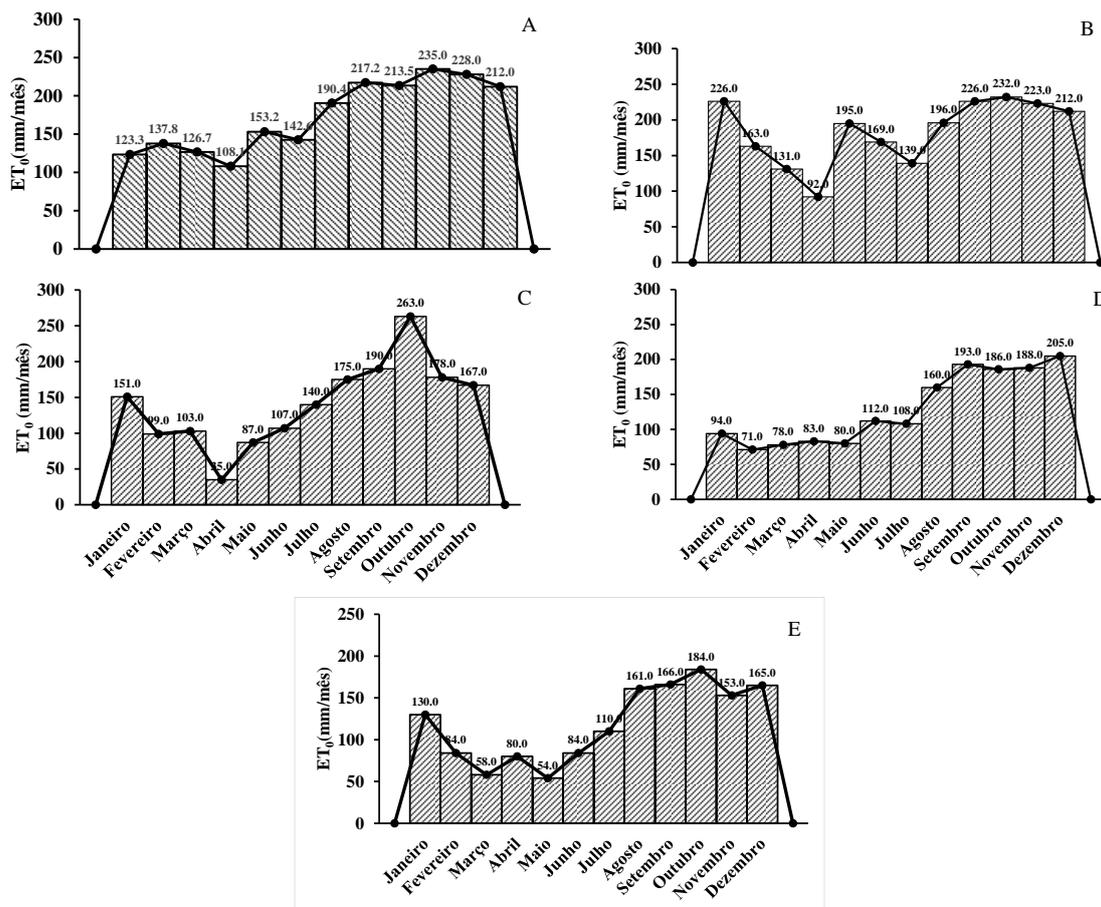


Figura 4. Histograma de frequência absoluta da Evaporação de referência (mm/mês), nos anos de 2016 (A), 2017 (B), 2018 (C), 2019 (D) e 2020 (E) na cidade de Catolé do Rocha-PB,

Pela Figura 5, observa-se que não há valores considerados de outliers, que estejam fora do limite inferior e superior, com isso, os valores obtidos estão dentro da normalidade para o bioma caatinga. Também se observou que os valores para pluviosidade não apresentam distribuição normal, exceto o ano de 2020. Conforme, o teste Shapiro Wilk, cujo os valores foram $0,01^*$, $0,049^*$, $0,003^*$, $0,056^{ns}$, referente aos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020, respectivamente, fato comprovado pelos valores distantes entre média e mediana, fato comprovado pelo teste Leven's, cujo os valores para média e mediana foram $0,003^*$ e $0,29^{ns}$, indicando que os dados para a pluviosidade não há homogeneidade de variâncias, e sim, homogeneidade da mediana, indicando que a mediana é a medida de posição mais indicada para representa os dados.

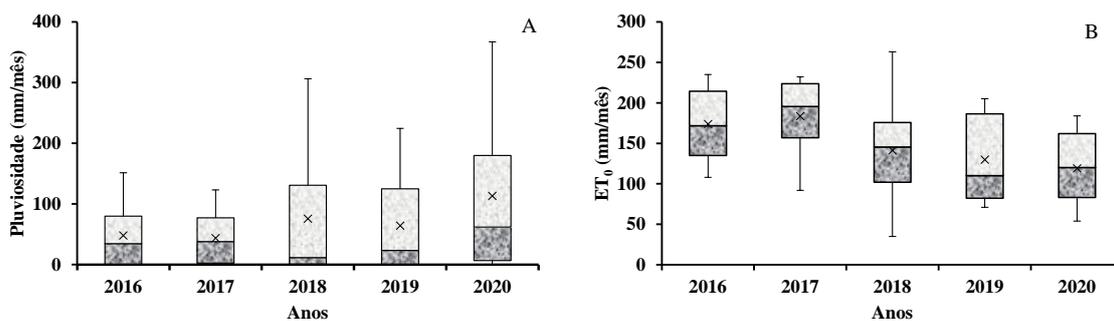
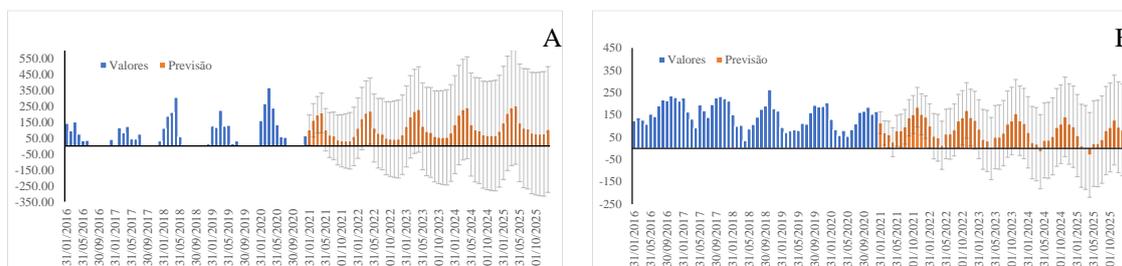


Figura 5. Box plot da pluviosidade (A) e da Evaporação de referência (B), entre os de 2016 a 2020 na cidade de Catolé do Rocha-PB.

O comportamento das previsões da pluviosidade (Figura 6 A) e da evaporação de referência (Figura 6 B) é condizente com a ocorrência dos fenômenos climáticos analisados, considerando seus períodos de transição, ocorrência simultânea e a distribuição dos dados são semelhantes entre os valores reais e os previstos. Para justificar este comportamento, os valores previstos estão dentro do intervalo de confiança de 95%. Este resultado é de suma importância para os agricultores programarem seus cultivos, diminuindo os riscos de perdas dos fatores ambientais, pois terão os valores previstos nos anos subsequentes.

Tanto nos dados observados como nos dados previstos, o trimestre mais chuvoso e de menor evapotranspiração são formados pelos meses de fevereiro, março e abril que apresentaram os melhores volumes de pluviosidade e menores valores de evaporação de referência, compreendido entre os anos de 2016 a 2025, e os meses de agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro obtiveram os menores valores de pluviosidade e maiores de evaporação de referência para o mesmo período, fato semelhante foi obtido por Anjo et al. (2017) observaram em série histórica de 1935 a 2016, no município de Serra Grande – PB, o trimestre mais chuvoso é formado pelos meses de fevereiro, março e abril e os meses de agosto e setembro obtiveram os menores, mostrando assim que nesses meses foram registradas as menores chuvas dentro dos 73 anos estudados.



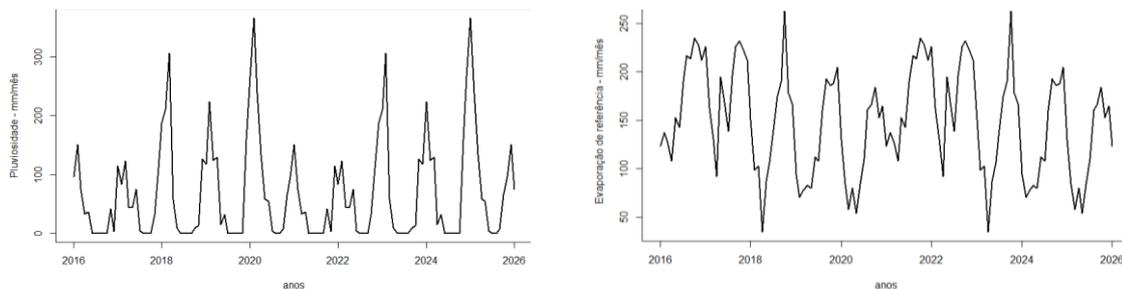
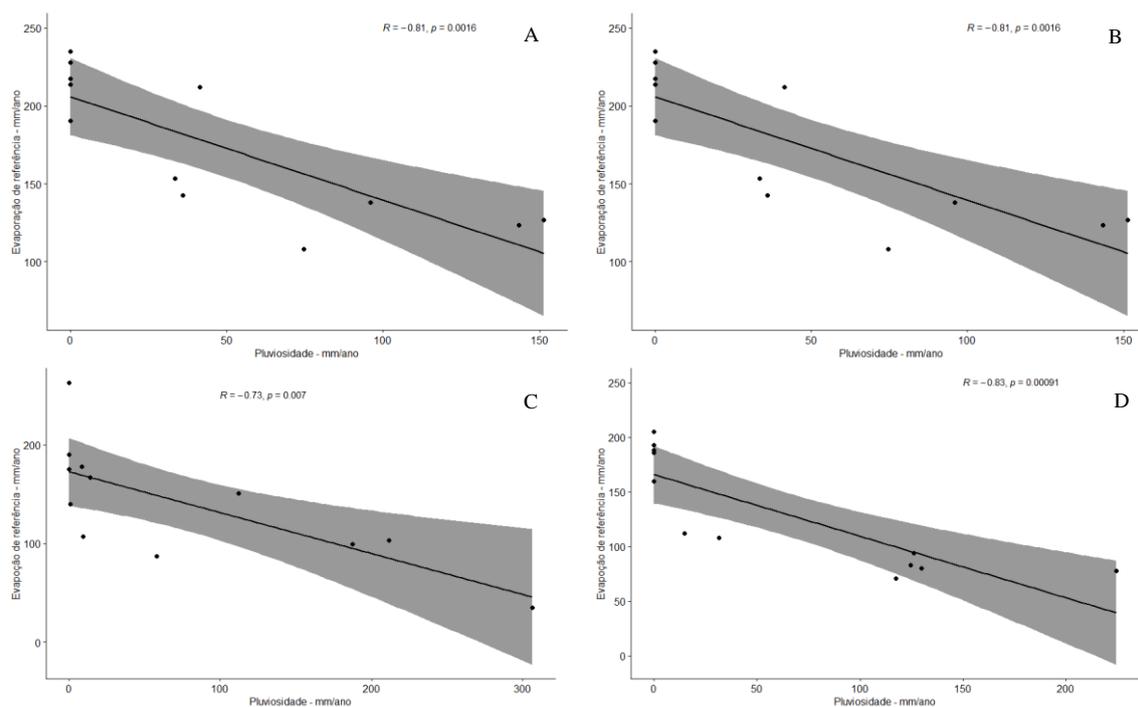


Figura 6. Valores reais entre os anos 2016 a 2020 e previsões entre os 2021 a 2025 para Pluviosidade (mm/mês) e evaporação de referência (mm/mês), em Catolé do Rocha-PB

A correlação linear de Pearson mostrou que há um relação linear negativa significativa ($p < 0,01$) pelo teste t com um intervalo de confiança de 95% entre a pluviosidade e a evaporação de referência, independentemente do ano. Isto quer dizer que quanto maior a evaporação de referência, menor será a pluviosidade e vice-versa, ou seja, as variáveis são inversamente proporcionais (Figura 7). O Coeficiente de correlação linear de Pearson (ρ) variou entre 0,73 a 0,82, sendo considerado uma correlação forte, conforme Dancey e Reidy (2005), o coeficiente linear de Pearson $r = 0,10$ até $0,30$ (fraco); $r = 0,40$ até $0,6$ (moderado); $r = 0,70$ até 1 (forte). Esta forte correlação linear de Pearson é comum entre estas variáveis, pois no período chuvoso diminui a temperatura do ar e reflete em menor evapotranspiração. Em contra partida, no verão diminui e/ou cessa as chuvas, aumentando a temperatura do ar, refletindo em maior evapotranspiração.



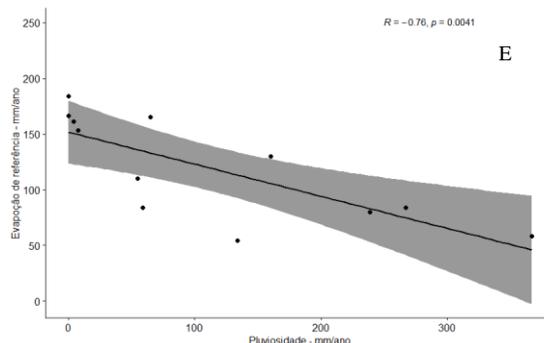


Figura 7. Correlação de Pearson entre pluviosidade (mm/ano) e e evaporação de referência (mm/ano) nos anos de 2016 (A), 2017 (B), 2018 (C), 2019 (D) e 2020 (E) na cidade de Catolé do Rocha-PB

Na análise de correspondência da pluviosidade no decorrer dos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 associado aos seus respectivos doze (12) meses (Figura 8), a proximidade dos pontos numerados mostra a correlação entre si. Todos os pontos estão bem distribuídos em todo o plano bidimensional, mas pode-se observar certa proximidade dos anos de 2019 e 2020 com os meses 4, 8, 9, 11 e 12, assim como o ano de 2018 está circundado por 1 e 10. Portanto, nos últimos anos (2019, 2020), houve relação de maior pluviosidade, em conjunto com os meses iniciais (1, 2, 3, 4, 5 e 6) e menores no meses finais (7, 8, 9, 10, 11, 12). Tais resultados fornecem uma riqueza de detalhes a respeito do comportamento da variabilidade da pluviosidade, no município de Catolé do Rocha-PB, permitindo com que o agricultor saiba dos valores previstos nos anos subsequentes e se programe com seus respectivos cultivos.

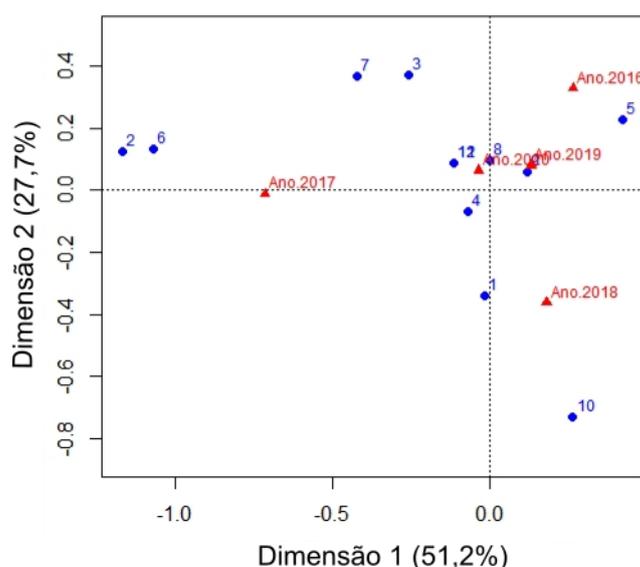


Figura 8. Análise de correspondência da pluviosidade – Anos x Meses

Na análise de correspondência dos valores de evaporação de referência (ET_0) no decorrer dos anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 associados aos seus respectivos meses (Figura 9), apresenta um comportamento similar com a pluviosidade, observa-se proximidade dos pontos numerados (meses) dos anos de 2016, 2017, 2019 e 2020 com os meses 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10 e 12, assim como o ano de 2018 apresentou os maiores valores de evaporação no mês 11. Pela análise de correspondência (Figura 8), observa-se que as taxas de pluviosidade são irregulares entre os anos de 2016 a 2020, assim como a evaporação de referência comporta-se de forma irregular, demonstrando que a microrregião de Catolé do Rocha-PB está inserida no semiárido. Há um comportamento em conjunto dos meses de dezembro a março, isso se dá em períodos que coincidem com o verão, ainda que tenha o início do inverno, pois está relacionada com a expansão da massa equatorial continental, e com o avanço da convergência intertropical (ARAÚJO, 2011), aumentando assim a temperatura do ar, refletindo em maior evapotranspiração.

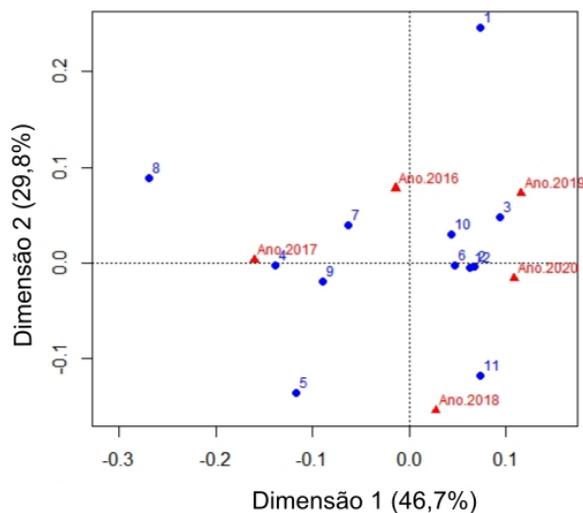


Figura 8. Análise de correspondência da evaporação – Anos x Meses

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O período de inverno na cidade de Catolé do Rocha – PB compreende entre os meses de janeiro a junho;
- O período de seca na cidade de Catolé do Rocha – PB compreende entre os meses de agosto a dezembro;
- A média da evaporação de referência entre os anos de 2016 a 2020 foi 2,1 vezes a mais do que a pluviosidade;
- A média da pluviosidade em Catolé do Rocha-PB entre os anos de 2016 a 2020 foi de 827 mm/ano e está compatível com a média histórica de 800 mm/ano;
- A média da evaporação de referência em Catolé do Rocha-PB entre os anos de 2016 a 2020 foi 1704 mm/ano e está compatível com a média histórica de 1700 mm/ano.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B.M.; JOSÉ, J.V.; DUARTE, S.N.; FRIZZONE, J.A.; ARRAES, F.D.; PERBONE, A. **Análise de tendência temporal da precipitação diária máxima no Estado de São Paulo**. Water Resources and Irrigation Management, Campina Grande, v.3, n.1, p.1-12, 2014

ALMEIDA, H.A.; FREITAS, R.C.; SILVA, L. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. **Revista de Geografia**, v. 30, n. 1, P. 217 – 232, 2013

ALVARES C.A., STAPE J.L., SENTELHAS P.C., DE MORAES GONCALVES J.L., SPAROVEK G., 2013 : Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013

ANJO, I.B.M.; CAVALCANTE, F.M.S.; FIGUEREDO, M.L.; SOUZA, C.L.O.; NOGUEIRA, V.F.B. Análise temporal de precipitação do município de serra grande-PB. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2, 2017, Campina Grande. **Anais....** Campina Grande: UFCG, p. 1 – 6, 2017

ARAÚJO, S. M. S. A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE**, p.1-11, 2011.

BARBOSA, M.A.; FERREIRA, N.M.; BERTINO, A.M.P.; MESQUITA, E.F.; CHAVES, L.H.G.; CAVALCANTE, L.F.; RIGOBELLO, E.C. Effect of organic matter, irrigation and soil mulching on the nutritional status and productivity of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in the semiarid region of Brazil. **African Journal of Biotechnology**, v. 15, p. 2720 - 2728, 2016.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de irrigação**. Viçosa: Ed. UFV, 9 ed., 2019, 545

BERTINO, A.M.P.; MESQUITA, E.F.; SÁ, F. V.S.; CAVALCANTE, L.F.; FERREIRA, N.M.; PAIVA, E.P.; BRITO, M.E.B.; BERTINO, A.M.P. Growth and gas Exchange of okra under irrigation, organic fertilization and cover of soil. **African Journal of Agricultural Research**. v. 10, n. 40. p. 3832-3839, 1, 2015.

DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L; GONÇALVES, A.C.A; FARIA, R.T. de; RESENDE, R; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 261-266, 2008

DANCEY, C.; REIDY, J, **Estatística Sem Matemática para Psicologia**, Tradução: VIALI, L, Porto Alegre: Artmed, 2006, 608 p.

DANTAS, C.S. **Precipitação pluviométrica e evaporação de referência mensal e anual no município de Catolé do Rocha-PB**. 23 f. 2019. Monografia (Licenciatura em Ciências Agrárias). Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha-PB, 2019

DINIZ, J.M.T. Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba. **Holos**, Ano 29, v. 3, p – 170- 180, 2013

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua en rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (Riego y Drenage, 33).

FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada às Ciências Agrárias**. Viçosa: Ed UFV, 2018, 588 p.

FONTELLES, M.J. **Bioestatística aplicada à pesquisa experimental**. São Paulo: ed. Livraria da Física, v.2, 2012. 406 p.

MESQUITA, E. F.; MESQUITA, E.O. ; SOUSA, C.S. ; FERREIRA, D.S. ; ROCHA, J. L. A. ; CAVALCANTE, L.F. Water stress mitigation by silicon in sweet-potato. **Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais**, v. 12, p. 01-12, 2021.

MONTEBELLER, C.A., CEDDIA, M.B., CARVALHO, D.F., VIEIRA, S.R., FRANCO, E.M. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no Estado do Rio de Janeiro. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.426-435, 2007

MOURA, M.S.B.; GALVINCIO, J.D.; BRITO, L.T.L.; SOUZA, L.S.B.; SÁ, I.I.S.; SILVA, G.F. **Clima e água de chuva no semi-árido**. In: **BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B.** Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro. Brasília: Embrapa, p -38 – 45, 2007

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R; SENTELHAA, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002, 478 p

PEREZ-MARIN, A.M.; CAVALCANTE, A.M.B.; MEDEIROS, S.S.; TINÔCO, L.B.M.; SALCEDO, I.H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégias**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15th ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2009, 451 p.

SCHMIDT, D.M.; LIMA, K.C.; JESUS, E.S. **Variabilidade Climática da Disponibilidade Hídrica na Região Semiárida do Estado do Rio Grande do Norte**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41 – 3, p. 483-491, 2018

SILVA, A.P.N.; SOUZA, L.R. Estimativa de Evapotranspiração de Referência no Semiárido Pernambucano. **Engenharia Ambiental**, v. 8, n. 4, p. 003-022, 2011

SILVA, V. P. R.; PEREIRA, E. R. R.; AZEVEDO, P. V.; SOUSA, F. A. S.; SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.

TEAM, R.C. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. URL <https://www.R-project.org/>.