

## Elementos meteorológicos na barragem do Tapacurá (PE/Brasil): análise e validação estatística

### Meteorological elements in the Tapacurá dam (PE/Brazil): analysi and statistical validation

Moacyr Cunha Filho<sup>1</sup>, Raimundo Mainar de Medeiros<sup>2</sup>, José Eduardo Silva\*, Fábio Henrique Portella Corrêa de Oliveira<sup>1</sup>, Neide Kazue Sakugawa Shinohara<sup>1</sup>, Manoel Vieira de França<sup>1</sup>, Romildo Morant de Holanda<sup>1</sup>, Wagner Rodolfo de Araújo<sup>3</sup>

---

#### RESUMO

A estatística contribui como instrumento de pesquisa, para a compreensão e validação das variáveis climáticas, integra distintos campos do conhecimento acadêmico-científico. Objetiva-se analisar as variáveis de evapotranspiração potencial, evaporação real, cobertura de nuvem, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e insolação total em séries anuais e suas correlações de similaridades para a barragem do Tapacurá e seu entorno. Os dados foram obtidos da Agência Pernambucana de Águas e Clima, entre 1962 e 2019 para as estações pluviais, verificou-se sua homogeneidade, consistência e preenchimentos de falhas. As variáveis foram as coordenadas geográficas latitude e longitude e altitude, além dos dados de evapotranspiração potencial, evaporação real, cobertura de nuvem, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e insolação em séries anuais. Calcularam-se as médias, desvio padrão, coeficiente de variância, máximos e mínimos valores absolutos. A existência da variabilidade temporal da precipitação, evapotranspiração e evaporação anual para sazonal e para a mensal em escala crescente, sendo que sua variabilidade é maior durante o inverno e o outono. Detectaram-se flutuações nos elementos meteorológicos decorrentes dos sistemas meteorológicos atuantes sob a barragem e sua vizinhança.

**Palavras-chave:** Climatologia; Modelo linear; Funções densidades pluviométricas.

---

#### ABSTRACT

Statistics contributes as a research tool for the understanding and validation of climate variables, it integrates different fields of academic-scientific knowledge. The objective is to analyze the variables of potential evapotranspiration, actual evaporation, cloud cover, mean air temperature, relative air humidity and total insolation in annual series and their correlations of similarities for the Tapacurá dam and its surroundings. The data were obtained from the Pernambuco Water and Climate Agency, between 1962 and 2019 for the rain seasons, their homogeneity, consistency and fault fillings were verified. The variables were the geographic coordinates latitude and longitude and altitude, in addition to data on potential evapotranspiration, actual evaporation, cloud cover, mean air temperature, relative humidity and insolation in annual series. Means, standard deviation, coefficient of variance, maximum and minimum absolute values were calculated. The existence of temporal variability of precipitation, evapotranspiration and annual evaporation for seasonal and monthly in an increasing scale, and its variability is greater during winter and autumn. Fluctuations were detected in the meteorological elements resulting from the meteorological systems operating under the dam and its surroundings.

**Keywords:** Climatology; Linear model; Rainfall density functions.

---

---

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande

<sup>3</sup> Universidade Estácio de Sá

\* jose.esilva2@ufrpe.br

## INTRODUÇÃO

A estatística descritiva tem como objetivo sintetizar séries de valores da mesma natureza, permitindo dessa forma que se tenha visão global da variação desses valores, possibilitando a criação de modelos estatísticos e técnicas matemáticas, favorecendo a integração de diferentes áreas do conhecimento, para calcular probabilidade antecipada de fenômenos que podem ocorrer, auxiliando no campo da pesquisa para assim prever ações de prevenção ou corretivas com maior precisão.

Análise de regressão múltipla é uma técnica estatística utilizada principalmente com o propósito de previsão, consiste em determinar uma função matemática que busca descrever o comportamento de determinada variável, com base em mais de uma característica com poder explicativo. Auxilia a compreensão do comportamento do clima, ou seja, é um modelo estatístico muito empregado para previsão do tempo (SUGAHARA, 2000).

O semiárido brasileiro localizado em grande parte no nordeste brasileiro, tem convivido nos últimos anos com a seca vinculada ao baixo índice pluviométrico na região, o que acarreta em processos de agravamento da desertificação local, que vem tentando ser sanados por meios de políticas públicas e com o uso de ferramentas da tecnologia, para melhorar o convívio do homem frente às mudanças climáticas.

Barreto et al. (2015) relatam que o uso de aplicativos para funções de cálculos de probabilidade de fenômenos naturais, está diretamente ligado à natureza dos dados a que ela se relaciona; sendo possível estimar através de séries de dados pluviométricos, os cálculos de probabilidade de ocorrência de precipitações, constituindo-se em ferramenta importante para o planejamento de operações agrícolas e das atividades humanas.

Com a preocupação em entender o comportamento do clima em sua extrema instabilidade, ao longo do tempo e conforme os espaços geográficos, para fins de prognóstico ou visando motivar explicações sobre o conhecimento dessas variações por vezes não previstas. As preocupações são de grande significância para gestores públicos quando se menciona aos efeitos socioeconômicos e ambientais no meio rural e urbano, e o que essas flutuações do clima repercutem no comportamento das pessoas e na qualidade de vida da sociedade moderna.

O princípio climático é formado por conjunto de elementos altamente dinâmicos que interagem com os fatores geográficos do clima, existindo assim uma permanente troca de energia e interdependência, de acordo com os achados de Jesus (2005).

Melo et al. (2015) estudaram a variabilidade espacial da precipitação pluvial mensal do Estado da Paraíba, no período de 1994 a 2014, obtidos pela ACP mostraram a existência de dois padrões pluviométricos ou estações da precipitação climatológica que explicaram aproximadamente 84,97% da variância total dos dados. No mapeamento das variáveis meteorológicas, utilizou-se de ferramentas da Geoestatística para construção dos mapas, para obter as zonas homogêneas e com isso mostrar o comportamento da climatologia nesse período de tempo. Segundo Pinto et al. (2008), conectar, analisar e interpretar conteúdos e fenômeno do ambiente, tem sido divulgado nos amplos campos do conhecimento e objeto de busca e consulta em publicações científicas à disposição nos ambientes físico e virtual.

Segundo Moreira et al. (2010) e Pizzato et al. (2012), a utilização da média como parâmetro de dimensionamento provoca subdimensionamento de sistemas de irrigações, ocasionando danos e prejuízos ao produtor. Martins et al. (2010) observaram que a variação interanual de precipitação é menos acentuada nos meses em que os valores de  $\alpha$  são maiores, podendo este parâmetro ser utilizado na determinação de períodos regulares de precipitação e assim prever melhor uso da informação climatológica, para escolha dos cultivares e período de plantio que melhor se adaptem a essas importantes informações, para a atividade agroindustrial no Brasil.

Objetiva-se analisar as variáveis evapotranspiração potencial, evaporação real, cobertura de nuvem, temperatura média do ar, umidade relativa do ar e insolação total em séries anual, no período de 1962 a 2019 e suas correlações de similaridades para a barragem do Tapacurá e seu entorno.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A análise de regressão linear múltipla fornece a relação entre variáveis, será utilizada para ajustar modelos lineares para a variável resposta (precipitação), ou dependente, que será explicada pelas variáveis preditoras, ou seja, independentes (altitude, longitude e latitude), a equação do modelo estatístico pelo método dos mínimos quadrados que minimiza a soma dos erros quadráticos.

O clima no entorno da barragem Tapacurá é do tipo “As” segundo a classificação climática de Köppen (1928); Köppen & Geigen (1931); Alvares et al. (2014). A barragem tem cerca de 75km<sup>2</sup> e onde ocorre a captação de aproximadamente 36% do volume que abastece a região sul da Grande Recife.

O banco de dados de precipitação utilizado para as análises deste trabalho foi obtido da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), compreendendo ao período de 1962 a 2019 para as estações pluviais, verificou-se sua homogeneidade, consistência, e quando necessário, fez-se os preenchimentos de falhas pelo método da distância ao quadrado (MEDEIROS, 2020). As variáveis trabalhadas foram às coordenadas geográficas latitude e longitude em graus e altitude em metros, além dos dados de evapotranspiração potencial ( $\text{mm ano}^{-1}$ ), evaporação real ( $\text{mm ano}^{-1}$ ), cobertura de nuvens (décimos), temperatura média do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e insolação total (horas), em séries anuais. Calcularam-se as médias, desvio padrão, coeficiente de variância, máximo e mínimos valores absolutos da área de estudo. Utilizou-se de planilha eletrônica para a elaboração e confecção dos gráficos.

A Tabela 1 apresenta os municípios que compõem a bacia da barragem de Tapacurá, com suas respectivas coordenadas geográficas e altitude.

**Tabela 1** - Localização dos municípios, coordenadas geográficas.

Municípios	Latitude ( $^{\circ}$ )	Longitude ( $^{\circ}$ )	Altitude (m)
Chã de Alegria	-7,99	-35,21	136
Glória de Goitá	-8,00	-35,31	186
Moreno	-8,11	-35,10	159
Paudalho	-7,53	-35,10	69
S. Lourenço Mata	-7,44	-37,20	616
Vitória S. Antão	-8,83	-35,65	255
Barragem	-7,98	-35,59	236

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

### **Análise Fatorial**

Para a realização da Análise Fatorial (FA) verificou-se que as relações entre as variáveis, utilizando o coeficiente de correlação linear como medida de associação entre cada par de variáveis. Com esta técnica multivariada se objetivou reduzir o conjunto original de variáveis, e consequentemente a dimensionalidade dos dados em um menor número de combinações lineares, que melhor explicariam a maior variabilidade dos dados originais, aumentando a sua estrutura de correlação. Para tal, utilizou-se como método de extração das cargas fatoriais a análise de componentes principais - ACP (MINGOTI, 2005; MANLY, 2008).

A ACP consistiu na transformação de um conjunto de n variáveis padronizadas,  $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$  em um novo conjunto  $y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{in}$ , em que os  $y_i$ 's são funções lineares dos  $x_i$ 's e independentes entre si. As seguintes propriedades foram verificadas:

a) Se  $Y_{ij}$  é um componente principal

$$Y_{ij} = a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_nx_{in} \quad (1)$$

Em que:

$$Y_{ij} \text{ é } \dots \dots a_1, a_2, \dots, a_n \quad \text{são independentes}$$

$$X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in} \quad \text{são independentes}$$

b) Se  $Y'_{ij}$  é outro componente principal, então:

$$Y'_{ij} = b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + \dots + b_nx_{in} \quad (2)$$

$$\sum_j a_j^2 = \sum_j b_j^2 = 1; \sum_j a_j b_j = 0 \quad (3)$$

ou seja, os componentes são independentes.

c) Os componentes principais serão obtidos pela solução do sistema:

$$\det(R - \lambda_1 I)a = 0 \quad (4)$$

Em que:

R = matriz de correlação entre as médias estimadas,

$\lambda_1$  = raízes características ou (autovalores) de R,

I = matriz identidade de dimensão p x p, e

a = vetor característico (ou auto vetor) associado aos autovalores (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Dessa forma, os autovalores de R corresponderam às variâncias de cada componente e os autovetores normalizados, aos coeficientes de ponderação dos caracteres padronizados. A importância relativa de um componente foi calculada por:

$$\text{Importância de } Y_j = \frac{\lambda_j}{\text{traço}(R)} \quad (5)$$

A escolha do número de fatores na análise consistiu na sintetização da variância acumulada em torno de 70%. Para a interpretação dos fatores, em termos de simplificação da estrutura de dados, utilizou-se uma rotação ortogonal nos eixos coordenados do tipo varimax. Os escores fatoriais foram impetrados utilizando-se do método da regressão, como uma combinação linear dos fatores que sofreram a rotação e das medições padronizadas conforme Manly (1997).

Para a validação da Análise Fatorial foi aplicado o teste de Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Adequacy (KMO) que serviu para avaliar o valor de entrada das variáveis para o modelo, sendo que seu valor possibilita prover resultados no alcance de 0,5 a 0,9, proporcionando uma maior confiabilidade na realização desta análise. Para encontrar o valor do KMO, utilizou-se a expressão:

$$KMO = \frac{\sum_i \sum_j r_{ij}^2}{\sum_i \sum_j r_{ij}^2 + \sum_i \sum_j a_{ij}^2} \quad (6)$$

Em que:

$r_{ij}$  é o nível de correlação observado entre as variáveis  $i$  e  $j$ ;

$a_{ij}$  é o coeficiente de correlação parcial entre as mesmas variáveis, que é, simultaneamente, uma estimativa das correlações entre os fatores.

Os valores de  $a_{ij}$  aproximados a zero decorreram dos fatores ortogonais entre si conforme relata Pereira (2001).

Realizada a detecção dos componentes mais importantes da variância com base nos escores estabelecidos pela análise fatorial, foi realizada a análise de agrupamentos hierárquica, visando a separação ou classificação dos elementos meteorológicos selecionadas em um grupo ou em número específico de subgrupos ou conglomerados (clusters) mutuamente exclusivos, de modo que os subgrupos formados obtivessem características de grande similaridade interna e grande dissimilaridade externa de acordo com Moori (2002). Para a delimitação dos grupos, foi utilizado o método de Ward, como descrito por Souza et al. (1997) e como a medida de dissimilaridade a distância euclidiana de acordo com a seguinte expressão:

$$d_{ii'} = \left[ \sum_j (f_{ij} - f_{i'j})^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

Em que:

$d_{ii'}$  = a distância euclidiana entre as espécies  $i$  e  $i'$ ; e

$f_{ij} - f_{i'j}$  = diferença entre os escores dos fatores das espécies  $i$  e  $i'$ , para uma variável  $j$ .

Procedida a Análise de cluster para a formação dos grupos pelo método de Ward, foi dada sequência a Análise Discriminante de Fisher (MOORI, 2002) que consiste em discriminar uma a uma as variáveis estatisticamente mais significantes para compor as funções discriminantes, as quais são responsáveis pela separação dos grupos entre os municípios da barragem do Tapacura. Esta análise também permitiu averiguar se a

formação dos grupos gerados pela análise de agrupamentos foi satisfatória e representativa.

A verificação da pertinência dos grupos formados pela análise de agrupamento por meio da função discriminante de Fisher foi originada de acordo com Hair Jr. et al. (2009):

$$Z_{jk} = a + W_1 X_{1k} + W_2 X_{2k} + \dots + W_n X_{nk} \quad (8)$$

Em que:

$Z_{jk}$  = escore  $Z$  da função discriminante  $j$  para o objeto  $k$ ;

$a$  = intercepto;

$W_i$  = peso discriminante para a variável independente  $i$ ;

$X_{ik}$  = variável independente  $i$  para o objeto  $k$ ;

O método utilizado na identificação das variáveis estatisticamente mais significantes para compor a função discriminante foi o de stepwise (HAIR Jr. et al. 2009): e como medida de significância para a diferença entre os grupos, o teste de Wilks, que é a estatística padrão usada para denotar a significância estatística do poder discriminatório da função discriminante. O valor do teste pode variar de 0,0 a 1,0; considerando-se que, quanto mais próximo de 1,0, menor será o poder discriminatório da função e quanto mais próximo a 0,0 maior será.

A análise dos dados foi realizada com auxílio dos softwares, Microsoft Excel 2013 versão para Windows 7 e SPSS versão 20.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Correlação entre as variáveis meteorológicas

De acordo com a matriz de correlação entre as variáveis meteorológicas por município (Tabela 2) pôde-se perceber que as variáveis mais correlacionadas.

Descrevendo as correlações de maiores significâncias da Tabela 2, observa-se que o parâmetro Evaporação (EVR) possui coeficiente de correlação de 0,98 em relação ao parâmetro Precipitação (P), indicando que após ocorrência da precipitação os índices evaporativos elevam-se. Ainda sobre o EVR, apresenta correlação positiva com evapotranspiração (ETP) de 0,87, umidade relativa do ar (UR) de 0,71 e cobertura de nuvens (CN) com 0,63, sugerindo que a presença destes implicaria no acúmulo de água precipitável.

**Tabela 2** - Matriz de correlação entre as variáveis meteorológicas dos municípios pertencentes à

barragem do rio Ipojuca-PE.

Correlação	Chuva	ETP	EVR	Insolação	Cobertura de Nuvens	Tmédia	UR
Precipitação	1	0,87	0,98	0,47	0,12	0,83	0,08
Evapotranspiração		1	0,88	0,38	0,31	0,95	0,13
Evaporação			1	0,02	0,63	0,10	0,71
Insolação				1	0,07	0,33	0,23
Cobertura de Nuvens					1	0,36	-0,33
Temperatura média						1	0,16
Umidade relativa do ar							1

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Outra correlação importante verificada na Tabela 2, registrou-se entre os fatores Temperatura média e evapotranspiração (0,95), indicando que quanto maior a temperatura, maiores são as taxas evaporativas. Também mostra que o aumento de chuvas ocasiona maior troca de calor devido à variabilidade da temperatura, ocasionando a troca de calor latente e o calor sensível (0,83). Estas variabilidades estatísticas ocorrem devido ao estudo integrado da barragem e suas circunvizinhanças.

A análise de frequência de distribuição das precipitações fornece subsídios para o planejamento hídrico, principalmente na determinação de períodos críticos predominantes de uma região ou área sejam eles de seca ou enchente, o conhecimento do comportamento da distribuição das precipitações nos fornece informações que visam reduzir as consequências causadas pela variabilidade do regime pluvial de acordo com Silva et al. (2013).

Para a adequação dos dados à Análise fatorial, utilizou-se o teste de KMO, apresentou valor de 0,73, sendo considerado ótimo para a adequação dos dados a este tipo de análise. Validada a análise fatorial, foi possível observar que o modelo fatorial ajustado teve 76,3% da variabilidade total explicada por dois fatores, o primeiro contendo 56,6% da variância dos dados, foram representados pelos elementos precipitação, evapotranspiração, evaporação e temperatura média, o segundo componente, com 19,7% da variância, contendo as variáveis cobertura de nuvens e umidade relativa. As cargas fatoriais associadas às variáveis tiveram valores acima de 0,78, ou seja, cada variável é representada no mínimo em 78% dentro de cada componente, sendo descartada apenas a variável insolação por apresentar baixa correlação e variabilidade em relação às demais variáveis, pode ser notoriamente observado na matriz de correlação supracitada.



Melo et al. (2015) mostraram que são importantes os planejamentos urbano, rural e ambiental, bem como o armazenamento de água para múltiplos fins. Identificaram variações e tendências mensais e anuais das variáveis meteorológicas: temperaturas máxima e mínima do ar, precipitação, umidade relativa do ar, número de dias com chuva e insolação total no município de Bom Jesus – PI. Os autores utilizaram as seguintes funções de distribuição teórica de probabilidade: Weibull, Lognormal e Logística para o ajuste dos valores das variáveis supracitadas. Utilizaram o teste Kolmogorov-Smirnov (KS) para verificar o ajuste das funções teóricas. Os resultados mostraram aumentos da temperatura máxima e redução da temperatura mínima, condição importante para o processo de desertificação na área estudada. Essa condição provoca estresse hídrico nas culturas agrícolas e em consequência baixa produção este trabalho vem a corroborar com o estudo em desenvolvimento.

O trabalho Gandra et al. (2015) verificou que para a variável latitude, o mês de julho, não apresentou significância, para as variáveis longitude e altitude, os meses de fevereiro, março, outubro, novembro, os períodos de inverno e outono mostraram-se insignificativos. A maior correlação foi encontrada por Ferreira et al. (2013) foi observada durante a previsão das precipitações do mês de julho, vem a corroborar com o estudo em desenvolvimento.

Com relação às comunalidades foi observada a menor correlação entre os municípios para a cobertura de nuvens e umidade relativa devido as grandes diferenças de altitudes, cobertura vegetal e solo. Também se observa que as maiores variabilidades que ocorrem entre os municípios foram a evapotranspiração, precipitação e evaporação, sendo estas as responsáveis por representarem a maior correlação entre os municípios da Barragem Tapacurá, sendo seus fatores de maiores atuações meteorológicas (Tabela 3). A concentração e o transporte de vapor ocasionado pela altitude e a cobertura vegetal, influenciando no espelho da água de toda a barragem, justificam a relação dos valores mais elevados das comunalidades e da variância específica.

**Tabela 3** - Matriz de cargas fatoriais, comunalidades e variâncias específicas de acordo com as variáveis meteorológicas obtidas na rotação varimax.

Variáveis	Fator		Comunalidades	Variância específica
	1	2		
Precipitação	0,94	-	0,90	1,38
Evapotranspiração	0,95	-	0,91	3,97
Evaporação	0,93	-	0,89	0,78

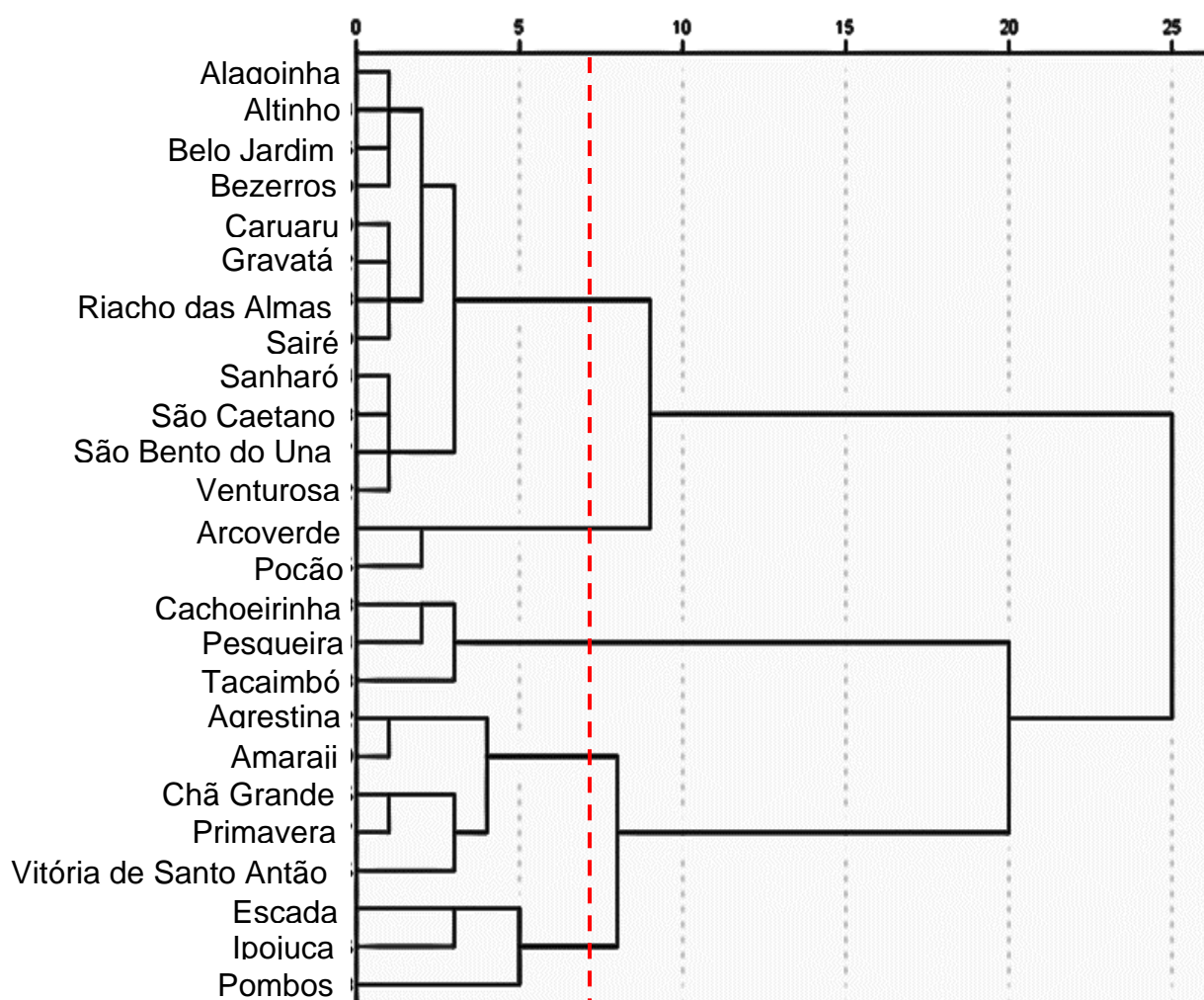
Nuvem	-	0,78	0,67	0,04
Temperatura média	0,92	-	0,88	0,67
Umidade relativa	-	0,81	0,69	0,14

Legenda: (-) sem informações.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Observa-se que o agrupamento hierárquico relativo às cidades dentro dos limites da barragem do Rio Ipojuca foi subdividido em cinco grupos, demarcados pela linha de Fenon a 7 unidades de distância euclidiana, ilustrada no dendrograma da (Figura 1).

**Figura 1** - Dendrograma contendo o agrupamento hierárquico separando os municípios em cinco grupos, delimitados pelo corte da linha de Fenon, tracejado em vermelho



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

No primeiro grupo que contém as cidades de Alagoinha, Altinho, Belo Jardim, Bezerros, Caruaru, Gravatá, Riacho das Almas, Sairé, Sanharó, São Caetano, São Bento do Una e Venturosa, agrupam-se por conterem características típicas da região Agreste. No segundo grupo delimitado pelos municípios de Arcoverde e Pocão ocorre maior variabilidade de altimetria. O terceiro grupo representa as cidades de Cachoeirinha,

Pesqueira e Tacaimbó, no último grupo as cidades de Agrestina, Amaraji, Chã Grande, Primavera, Vitória de Santo Antão, Escada, Ipojuca e Pombos. Estas ordens de agrupamento sugerem que a variabilidade de grupos está relacionada com os anos de observações pluviométricas de cada grupo de município.

Como resultado da análise discriminante foi observado que a separação inicial dos grupos foi confirmada na Tabela 4.

Tabela 4. Pertinência da classificação dos grupos de municípios formados por meio de análise discriminante.

Método de Ward	Predição de membros por grupo					Total
	1	2	3	4	5	
1	12 (100)	0	0	0	0	12 (100)
2	0	2 (100)	0	0	0	2 (100)
3	0	0	3 (100)	0	0	3 (100)
4	0	0	0	5 (100)	0	5 (100)
5	0	0	0	0	3 (100)	3 (100)
Total	12	2	3	5	3	25 (100)

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O grupo 1 apresenta maior predominância de membros (12 municípios) sugerindo que existe baixo índice pluviométrico entre si, e as demais flutuações são decorrentes dos sistemas meteorológicos atuantes sob a barragem Tapacurá e sua vizinhança, de acordo com Medeiros (2015).

A análise descritiva dos dados objetivou explorar visualmente as informações da série para detectar comportamentos e verificar a presença de observações atípicas, ou seja, esta etapa teve a finalidade de conhecer as variáveis analisadas. Autores como Bussab et al. (2002) e Triola (2009) enfatizam a necessidade e a importância da análise descritiva das variáveis analisadas antes de qualquer análise inferencial, pois, fatos como a presença de valores atípicos, o tipo de comportamento da variável analisada e até mesmo os erros de digitação em bancos de dados, podem distorcer os resultados da análise inferencial, provocando conclusões incorretas ou não precisas fato que corrobora com o artigo em estudo.

Por meio de análise discriminante, de acordo com os grupos formados na análise de agrupamentos, foi observado que as variáveis evapotranspiração, cobertura de nuvens e umidade relativa do ar, foram responsáveis pela separação entre os grupos, pelo fato de

terem sido as variáveis mais representativas estatisticamente como apresentado pelo método de Stepwise e o teste lambda de Wilk's (Tabela 5).

**Tabela 5** - Resumo do Método de Stepwise com as variáveis canônicas discriminantes selecionadas

Variáveis	Percentual de variância (%)	Wilks' Lambda
Evapotranspiração	82,9	0,09
Cobertura de nuvem	15	0,16
Umidade relativa do ar	2	0,68

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Observa-se que a variável relacionada à evapotranspiração foi a mais representativa dentre as três principais com 82,9%, em segundo lugar a Nuvem com 15% e por último a umidade relativa do ar com 2%. Diante dos resultados a existências de grupos específicos entre os municípios inseridos na Barragem do Rio Ipojuca são ocasionados pelas diferentes taxas de evapotranspiração, Nuvem e umidade relativa do ar.

Em muitos cenários de mudanças climáticas futuras, principalmente devido ao aumento das concentrações de gases de efeitos estufas na atmosfera, é assumido que apenas a média possa sofrer alterações, permanecendo o desvio padrão inalterado de acordo com Bem-Gai et al. (1998). Foi demonstrado por Mearns et al. (1984), Katz (1991) e Katz e Brown (1992) 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.

## CONCLUSÕES

A existência da variabilidade temporal da precipitação, evapotranspiração e evaporação anual para sazonal e para a mensal em escala crescente, sendo que sua variabilidade de índices de precipitação é maior durante o inverno e o outono. E na relação inversa, os menores comportamentos pluviométricos dos indicadores estatísticos, foram para os meses secos.

Detectaram-se flutuações nos elementos meteorológicos que são decorrentes dos sistemas meteorológicos atuantes sob a barragem Tapacurá e sua vizinhança.

Sugere-se aplicar novos modelos, como por exemplo, os modelos lineares generalizados, que relaciona a distribuição aleatória da variável dependente com a parte não aleatória através de uma função de ligação.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. Mapa de classificação climática de Köppen para o Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BARRETO, H. B. F. et al. Avaliação de funções de probabilidade e relação-intensidade de duração–intensidade de duração–frequência para precipitação extrema em Nepomuceno–MG. **Global Science and Technology, Rio Verde**, v. 8, n. 2, p. 118-127, 2015.
- BEN-GAI, T. et al. Spatial and Temporal Changes in Rainfall Frequency Distribution Patterns in Israel. **Theor. Appl. Climatol**, v. 61, n. 3, pág. 177-190, 1998.
- BUSSAB, W.O.; MORETTIN, P.O. (1987). **Estatística básica**. 4ª ed. São Paulo: Atual, 1987.
- FERREIRA, F. F.; FILHO, C. T.; OLIVEIRA, P. R. Previsão Estatística da Precipitação Mensal para a Região Metropolitana do Recife. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1517-1528, 2013.
- GANDRA, C. F. A. T.; DAMÉ, R. C. F.; SIMONETE, M. A. Predição da precipitação a partir das coordenadas geográficas no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 3, p. 848-856, 2015.
- HAIR.JR, J.F. et al. **Análise Multivariada de Dados**. Tradução Adonai Schlup Sant Anna. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- KATZ, R. W. Towards a statistical paradigm for climate change. Preprints, **7TH Conference on Applied climatology**, American Meteorological Society, Boston, 1991.
- KATZ, R. W.; BROWN, B.G. Extreme Events in Changing Climate: Variability is more important than averages. **Climate Change**. v.21, n.3. p.289-302. 1992.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. **Wall-map 150cmx200cm**, p. 91-102, 1928.
- MANLY, B. J. F. *Métodos estatísticos multivariados: uma introdução*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- MARTINS, Juliano Araújo et al. Probabilidade de precipitação para a microregião de Tangará da Serra, estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 291-296, 2010.

MEDEIROS, R. M. Fatores provocadores e/ou inibidores de precipitações no estado do Pernambuco. **SI: sn**, 2016.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUSA, F. A. S. Impactos do clima urbano em Bom Jesus–PI. In: **I Workshop de Recursos Naturais do Semiárido**. 2015.

MELO, V. S.; MEDEIROS, R. M.; SOUZA, F. A. S. Análise de componentes principais da precipitação pluvial do Estado da Paraíba para os anos de 1994 a 2014. **Congresso Técnico Científico de Engenharia e de Agronomia**. 2015.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MOORI, R. G.; MARCONDES, R. C.; ÁVILA, R. T. A análise de agrupamentos como instrumento de apoio à melhoria da qualidade dos serviços aos clientes. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 6, p. 63-84, 2002.

MOREIRA, P. S. P. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de Nova Maringá-MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 9-20, 2010.

PINTO, J. E. S. S.; AGUIA, R.; NETTO, A. O. Clima, Geografia e Agrometeorologia: Uma abordagem Interdisciplinar. 1ª ed. São Cristóvão: UFS, 2008.

PIZZATO, J. A. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 137-142, 2012.

SILVA, Í. N. et al. Distribuição de frequência da chuva para região Centro-Sul do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 481-487, 2013.

SUGAHARA, S. Uma experiência com modelo estatístico (MOS) para a previsão da temperatura mínima diária do ar. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, p. 3-12, 2000.

TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. Tradução: Alfredo Alves de Faria. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

*Recebido em: 10/06/2022*

*Aprovado em: 15/07/2022*

*Publicado em: 22/07/2022*