Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

DETERMINANTES DO REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SEMIÁRIDO CEARENSE (1990 – 2019)

Determinants of rainfall in the semi-arid region of Ceará (1990 - 2019)

Determinantes del régimen pluviometrico en el semiárido Ceará (1990 - 2019)

Melina da Silva de Souza
Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.
melinasilvasoouza@gmail.com

Kilmer Coelho Campos
Professor Associado IV do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará e Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará.
kilmer@ufc.br

Francisco Laercio Pereira Braga
Professor do Curso de Administração de Empresas da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Doutor em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará.
laercio.braga@uece.br

Fernando Bezerra Lopes
Professor Adjunto III do Departamento de Engenharia Agrícola e Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal do Ceará e Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará.
lopesfb@ufc.br

Resumo: O semiárido brasileiro apresenta regime pluviométrico instável e caracteriza-se pela presença de cenários hídricos que variam de muito seco a muito chuvoso. Portanto, a definição dos determinantes essenciais para cada cenário hídrico corrobora o entendimento e estabelecimento de padrões para a região. Nesse sentido, o estudo analisa as variáveis determinantes do regime pluviométrico no semiárido cearense para o período de 1990 a 2019. A pesquisa foi desenvolvida para o semiárido cearense abrangendo 171 municípios, em que se utilizou três tipos de dados: i) precipitação pluviométrica obtidos pela FUNCEME; ii) veranicos com duração de 5 a 10 dias (V1), 11 a 15 dias (V2) e maiores do que 15 dias (V3); iii) produtividade do feijão por meio do IBGE. Os regimes pluviométricos muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso foram estabelecidos, conforme a

técnica dos quantis. Por fim, a análise discriminante foi aplicada para verificar a influência de cada variável nos cenários hídricos, cujo processo foi realizado por meio do programa SPSS versão 21. Foi possível verificar que a precipitação, os veranicos de 5 a 10 dias, os veranicos de 11 a 15 dias, os veranicos superiores a 15 dias e a produtividade do feijão contribuíram significativamente para a elaboração das funções discriminantes do regime pluviométrico do Ceará, em que as duas primeiras funções contribuíram com 98,7% das explicações de diferença entre os grupos.
Palavras-chave: Análise discriminante. Precipitação. Veranicos. Produção de feijão.

Abstract: The Brazilian semiarid region has an unstable partner of rainfall that is characterized by water scenarios that vary from dry to rainy seasons. Therefore, defining water supply determinants allows us to understand and establish regional standards. In this sense, this study identifies and analyzes determinants of the rainfall regime in the semi-arid region of Ceará for the 1990-2019 period. The research was carried out in 171 municipalities of the study area, for which three data types were gathered: i) rainfall pluviometry obtained from the FUNCEME database; ii) short dry season extending from 5 to 10 days (V1), mean dry season extending from 11 to 15 days (V2) and longer dry season extending for 15 days or longer (V3); iii) bean yield extracted from the IBGE database. We used a quantile regression to adjust the data according to the rainfall regimes: very dry, dry, normal, rainy and very rainy rainfall. Next, a discriminant analysis was conducted to assess the variable marginal effects of the explanatory variables. The results showed that the rainfall, short dry season, mean dry season, longer dry season and bean yields contributed significantly to build the discriminant functions of the rainfall regime of Ceará as the first two functions contributed to explain 98.7% of the differences between the groups.
Keywords: Discriminant analysis. Precipitation. Dry Spells. Cowpea production.

Resumen: La región semiárida brasileña tiene un régimen de lluvias inestable y se caracteriza por la presencia de escenarios hídricos que varían de muy secos a muy lluviosos. Por lo tanto, la definición de los determinantes esenciales para cada escenario hídrico contribuye a la comprensión y establecimiento de estándares para la región. En ese sentido, el estudio analiza las variables determinantes del régimen de lluvias en la región semiárida de Ceará para el período de 1990 a 2019. La investigación fue desarrollada para la región semiárida de Ceará que abarca 171 municipios, en la que se utilizaron tres tipos de datos: i) precipitación obtenida por FUNCEME; ii) sequías de 5 a 10 días (V1), de 11 a 15 días (V2) y de más de 15 días (V3); iii) productividad del frijol a través del IBGE. La información se recolectó desde 1990 hasta el 2019 y se establecieron los regímenes de lluvia muy seco, seco, normal, lluvioso y muy lluvioso, según la técnica cuantil. Finalmente, se aplicó análisis discriminante para verificar la influencia de cada variable en los escenarios hídricos, el proceso se realizó mediante el programa SPSS versión 21. Fue posible verificar que la precipitación, las sequías de 5 a 10 días, las sequías de 11 a 15 días, las sequías de más de 15 días y la productividad del frijol contribuyeron significativamente a la elaboración de las funciones discriminantes del régimen pluviométrico de Ceará, en las cuales las dos primeras funciones contribuyeron con el 98.7% de las explicaciones de diferencia entre grupos.
Palabras clave: Análisis discriminante. Precipitación. Períodos de sequía. Producción de frijol caupi.

Submetido em: 25/08/2023
Aceito para publicação em: 04/04/2024
Publicado em: 16/04/2024

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola de sequeiro abrange cerca de 60% das extensões agrícolas globais e desempenha um papel fundamental na geração de aproximadamente 80% dos suprimentos alimentares do nosso planeta (ROCKSTROM *et al*., 2007). A agricultura em regime de sequeiro baseia-se no cultivo de espécies utilizando a precipitação pluviométrica; logo, o sucesso da atividade depende da regularidade das chuvas (VASCONCELOS *et al*., 2019).

Mesmo diante da significância da atividade, os agricultores enfrentam desafios decorrentes das flutuações climáticas (GOBIN; VYVER, 2021; OLIVEIRA *et al*., 2021; BALTACI; ARSLAN, 2022), particularmente em regiões de características semiáridas (MARUMBWA; CHO; CHIRWA, 2019; BAL *et al*., 2022).

O semiárido brasileiro caracteriza-se pela variabilidade pluviométrica interanual e intrassazonal. Portanto, o volume precipitado se modifica anualmente, em que anos muito secos ou muito chuvosos são intercalados por anos medianos (COSTA; BECKER; BRITO, 2013; COUTINHO *et al*., 2018; LIMA; LIRA, 2021; RODRIGUES *et al*., 2021). Na região também se verifica a presença de veranicos, isto é, períodos de estiagem durante a quadra chuvosa, em consequência da distribuição irregular das chuvas. Os veranicos reduzem a reposição hídrica do solo e afetam as atividades fisiológicas das culturas (MENEZES; BRITO; LIMA, 2010; SAKAMOTO *et al*., 2015; ANDRADE *et al*., 2016; VASCONCELOS *et al*., 2019).

Deste modo, os agricultores enfrentam incertezas no desenvolvimento da agricultura em regime de sequeiro; no entanto, devido às limitações de acesso a água, essa prática é amplamente empregada na região (VASCONCELOS *et al*., 2019). Conforme o Censo Agropecuário (2017), a agricultura de sequeiro é adotada em 89% das propriedades rurais do semiárido brasileiro, e as principais culturas exploradas são o milho e o feijão (IBGE, 2017).

O Semiárido brasileiro apresenta 1.427 municípios em uma área de 1,3 milhão de km² abrangendo 11 estados, em sua maioria localizados na Região Nordeste (SUDENE, 2021). O Ceará dispõe de 171 municípios semiáridos, sendo o quinto estado com maior número de cidades em condições semiáridas. A precipitação da região é afetada por fenômenos atmosféricos associados à temperatura da superfície do mar do oceano Atlântico e Pacífico (COSTA; SILVA, 2017; SOUZA; NOGUEIRA; NOGUEIRA, 2017; SUDENE, 2021).

No Semiárido cearense há 384 mil estabelecimentos rurais, dos quais apenas 38 mil possuem sistema de irrigação; portanto, 90% dos agricultores utilizam o regime de sequeiro em suas propriedades (IBGE, 2017). No Ceará, o milho e feijão apresentam produtividade média de 604 e 273 kg ha^{-1}, respectivamente (VASCONCELOS *et al*., 2019). Para Oliveira *et al*. (2017), o feijão caupi (*Vigna unguiculata*) consiste na cultura com maior potencial produtivo em regiões semiáridas, pois a rusticidade da espécie permite o seu desenvolvimento em condições de escassez hídrica. No entanto, ainda se faz necessário uma regular reposição de água ao solo.

Ao considerar a importância da relação entre regime pluviométrico, a agricultura de sequeiro e os veranicos, diversas pesquisas têm sido realizadas sobre essa temática. Menezes, Brito e Lima (2010) verificaram que veranicos longos (> 15 dias) reduziram a produtividade de feijão na Paraíba. Fernandes (2014) registrou 12.061 eventos de veranicos no Ceará entre os anos de 1974 e 2012; enquanto Oliveira *et al*. (2015) realizaram uma análise espacial dos veranicos com duração superior a 15 dias, identificando os locais com maior ocorrência desses fenômenos no estado do Ceará. Rocha *et al*. (2020) evidenciaram a relação do regime pluviométrico (anos secos, normais e chuvosos) com o rendimento do milho e feijão. Com essa descrição, surge o questionamento desta pesquisa: quais os determinantes do regime pluviométrico dos municípios do semiárido cearense?

Ante os diversos aspectos climáticos que ocorrem no semiárido, ainda existem lacunas sobre os regimes pluviométricos e os fatores característicos que mais influenciam e descrevem os diferentes cenários hídricos marcados por anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos. A análise discriminante é a técnica apropriada para este estudo, pois tem o propósito de identificar variáveis importantes e criar modelos que classificam os indivíduos em categorias qualitativas (MÁRIO, 2009). O aprofundamento da abordagem metodológica, nesse momento, permite analisar efeitos conjuntos e estabelecer estruturas que demonstram as relações existentes entre variáveis.

Alguns trabalhos foram realizados usando a análise discriminante, com a finalidade de categorizar produtores conforme o nível tecnológico (ALMEIDA *et al*., 2022) e sistemas de produção (PIZZOL, 2004). Além disso, Müller, Mattos e Lima (2007) identificaram os principais elementos responsáveis pelo sucesso da erradicação da febre aftosa em cidades

do Brasil. Em relação à climatologia, Melo (1997) adotou a técnica para prever a quadra chuvosa no semiárido de acordo com as características da pré-estação.

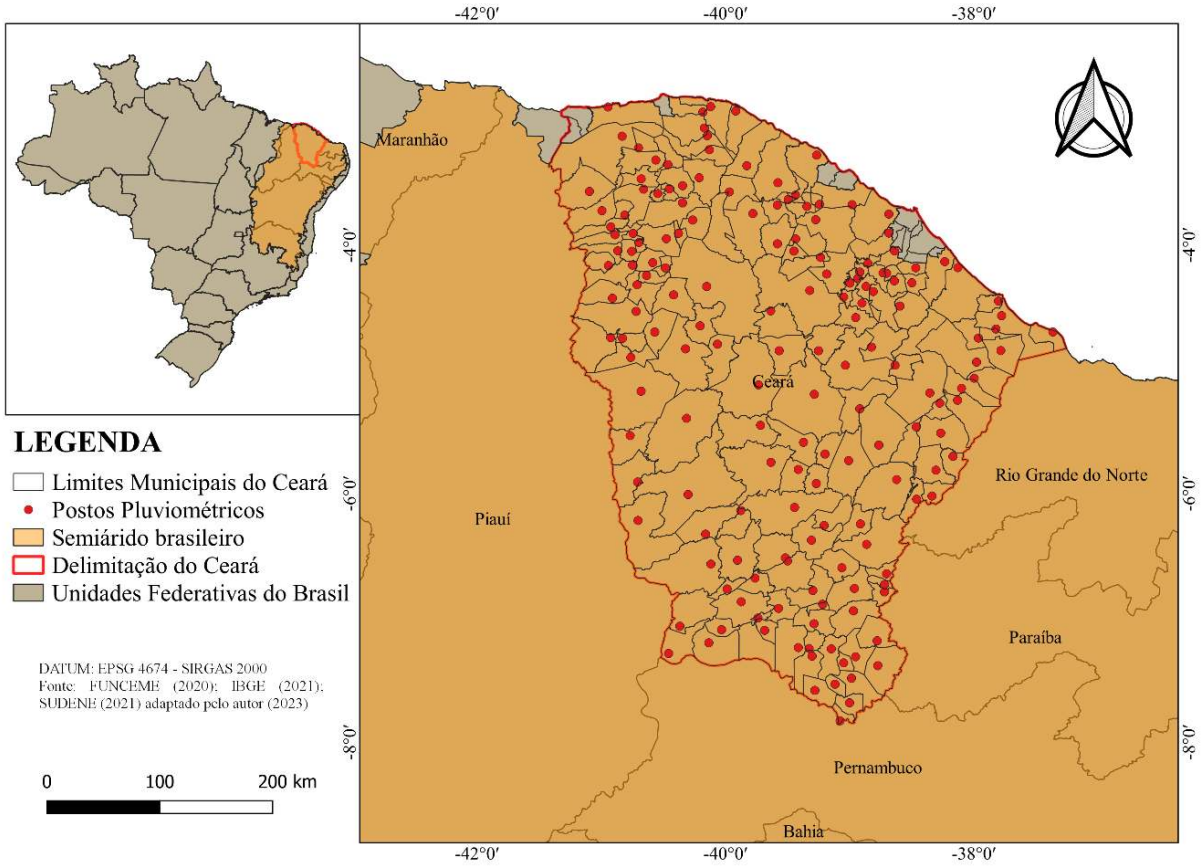
Diante do exposto, este trabalho objetivou analisar as variáveis determinantes do regime pluviométrico no semiárido cearense (1990-2019).

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo e Coleta de Dados

O estado do Ceará está localizado na Região Nordeste do Brasil, sendo composto por 184 municípios distribuídos em uma área de 148.894 km². Além disso, é importante destacar que 171 municípios cearenses estão situados na região do semiárido brasileiro (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: FUNCEME (2020); IBGE (2021); SUDENE (2021) adaptado pelos autores (2023).

Para este trabalho, foram considerados três conjuntos de dados secundários, a saber: i) precipitação pluviométrica (1990 – 2019); ii) dados de veranicos (1990 – 2019); e, iii) dados de rendimento da produção de feijão (1990 – 2019). Os dados diários de precipitação foram coletados no acervo digital da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2020). Conforme a Organização Mundial de Meteorologia, o período de 30 anos demonstra ser suficiente para reconhecer um padrão climático, de modo a englobar todas as variações de um fenômeno (IPMA, 2019). Desta forma, foram utilizados 171 postos pluviométricos, localizados na sede de cada município cearense, cujo critério de decisão foi a disponibilidade plena de informações e a inserção da região no semiárido brasileiro (Figura 1). Vale ressaltar que, durante a coleta das informações, poucos municípios apresentaram falhas, representando um percentual de 9,4% dos 171 pontos coletados.

Cada ano da série histórica analisada foi categorizado em um dos seguintes cenários hídricos: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso. Para isso, optou-se pela técnica dos quantis proposta por Pinkayan (1966), metodologia também adotada por Xavier *et al.* (2003), Fernandes (2014) e Cavalcante *et al*. (2021). O método baseia-se em classificar a precipitação anual da quadra chuvosa (janeiro-maio) em ordem crescente e categorizar os anos a partir da posição e probabilidade de ocorrência (Tabela 1). Vale ressaltar que o processo foi repetido para os 171 postos pluviométricos.

Tabela 1 - Classificação da Técnica dos Quantis.

Classificação Pinkayan	Probabilidade
Muito Seco	Xi < Q (0,15)
Seco	Q (0,15) < Xi < Q (0,35)
Normal	Q (0,35) < Xi < Q (0,65)
Chuvoso	Q (0,65) < Xi < Q (0,85)
Muito Chuvoso	Xi > Q (0,85)

Fonte: Pinkayan (1966) adaptado pelos autores (2023).

Os dados de veranicos foram calculados de janeiro a maio, período em que os agricultores realizam a agricultura de sequeiro (SAKAMOTO *et al*., 2015). O veranico foi definido como o período de no mínimo cinco dias consecutivos com precipitação inferior a 2 mm e classificado conforme a duração (V1: 5-10 dias; V2: 11-15 dias; V3: > 15 dias)

(MENEZES; BRITO; LIMA, 2010; FERNANDES, 2014; OLIVEIRA *et al*., 2015). As informações dos veranicos foram obtidas para toda a série histórica dos 171 municípios por meio de *machine learning*, no qual se utilizou de técnicas de programação para criar o *script* com a finalidade de contabilizar os veranicos (SOUZA, 2023).

No que diz respeito às informações de produtividade do feijão, utilizou-se o Sistema IBGE de Recuperação Automática para coletar os dados dos 171 municípios do semiárido cearense entre 1990 e 2019, relacionando-os à classificação do regime pluviométrico (IBGE, 2022).

2.2. Aspectos Empíricos e Análise Estatística

Para a estatística descritiva dos dados, utilizou-se média, mediana, mínimo, máximo, desvio padrão e coeficiente de variação (CV). O CV foi classificado em baixo quando <10%, médio com os valores entre 10 e 20%, alto de 20 a 30% e muito alto >30%, de acordo com Pimentel-Gomes (1985).

Posteriormente, adotou-se a análise discriminante (AD) que consiste em um método estatístico com a finalidade de estabelecer modelos para identificar e classificar indivíduos em grupos qualitativos (MÁRIO, 2009). Conforme Fávero *et al*. (2009), para aplicar a metodologia necessita-se de uma variável dependente não métrica e variáveis independentes quantitativas (k). No caso de k > 2, a análise discriminante modifica-se de simples para múltipla (MDA), pois a quantidade de equações discriminantes se torna superior a um.

A análise discriminante objetiva reconhecer os elementos adequados para distinguir grupos; adotar as variáveis para criar funções discriminantes que evidenciam diferenças entre os grupos; utilizar as equações discriminantes para categorizar futuras observações; e verificar a quantidade mínima de funções que representem bem a diferença entre os grupos. A última etapa se restringe à análise discriminante múltipla (FÁVERO *et al*., 2009).

Para adotar o método de análise discriminante, os dados necessitam atender a alguns pressupostos, como normalidade, homogeneidade das matrizes de variância e covariância, linearidade das relações e a ausência de *outliers*. Os dados amostrais que se encontram

discrepantes e extremos são denominados *outliers*. A presença de *outliers* pode prejudicar a análise discriminante, sendo necessário retirar da amostra antes de aplicar a técnica (FÁVERO; BELFIORE, 2017). A normalidade multivariada torna-se importante, pois o método utiliza do teste F de significância, que pressupõe a distribuição normal dos dados (FÁVERO *et al*., 2009).

A homocedasticidade, por sua vez, diz respeito à semelhança entre as matrizes de variância e covariância nos grupos, com a finalidade de evitar que a maior variância resulte na classificação errada de observações. Por fim, a linearidade entre as variáveis consiste na combinação linear entre as amostras independentes. Cabe ressaltar que a ausência de multicolinearidade e a homogeneidade das matrizes de variância e covariância consistem nos pressupostos mais importantes para a técnica (MÁRIO, 2009). Os seguintes testes foram utilizados para confirmar os pressupostos supracitados: Teste de Shapiro-Wilk; medidas de assimetria; e teste de Box's M (MÁRIO, 2009; FÁVERO; BELFIORE, 2017). Na assimetria os valores iguais a zero indicam distribuição simétrica, e os coeficientes com valores superiores e inferiores a zero demonstram assimetria positiva e assimetria negativa, respectivamente (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

De acordo com a suposição de aceitação dos pressupostos, as funções discriminantes se formam conforme as variáveis explicativas de cada categoria qualitativa (FÁVERO *et al*., 2009). O modelo geral consiste na seguinte expressão:

$$Zn = \propto +\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \ldots + \beta_n X_n$$

em que: Zn – variável dependente (cenários hídricos – ano muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso); α – intercepto; β – coeficientes discriminantes; X – variáveis explicativas (precipitação, veranicos de 5 a 10 dias, veranicos de 11 a 15 dias, veranicos superiores a 15 dias e a produtividade do feijão).

A função discriminante tem a finalidade de facilitar a compreensão dos parâmetros das variáveis explicativas. Vale ressaltar que a função discriminante linear de Fisher foi adotada, e esse recurso viabiliza categorizar as futuras observações (MÁRIO, 2009). Para verificar os pressupostos da análise discriminante, utilizou-se o teste de Box's M e Teste F com nível de significância de 5%. Diante dos resultados, aplicou-se o método para obter as funções discriminantes e as funções lineares de Fisher para cada regime pluviométrico,

conforme as variáveis adotadas (precipitação, V1, V2, V3 e produtividade do feijão). Vale ressaltar que todo o processo estatístico foi realizado no *software* SPSS versão 21.

3. RESULTADOS

3.1. Estatística Descritiva das Variáveis do Modelo

A precipitação média foi de 718±344 mm ano^{-1}, conforme a Tabela 2. O estado do Ceará apresenta dois períodos bem distintos: a estação chuvosa de fevereiro a maio; e a estação seca entre junho e dezembro. Além disso, vale ressaltar a presença da pré-estação chuvosa que se inicia na metade de dezembro até o final de janeiro (VASCONCELOS JÚNIOR; JONES; GANDU, 2018).

As chuvas no Ceará são influenciadas por diferentes sistemas atmosféricos, como a Zona de Convergência Intertropical, Frentes Frias, Vórtice Ciclônico de Ar Superior, Complexos Convectivos de Mesoescala, Linhas de Instabilidade e Ondas de Leste (FUNCEME, 2014). Resultados semelhantes foram encontrados em pesquisa desenvolvida por Lemos e Bezerra (2019). Os autores calcularam a precipitação média de 1947 a 2017 para o Ceará e encontraram valores de 791,9±271,6 mm ano^{-1}.

Os V1, V2 e V3 apresentaram incidência média de 4,73±1,09, 1,15±0,58, 1,30±0,88 fenômenos por quadra chuvosa, respectivamente, Tabela 2. Diante os resultados, observou-se que os veranicos do tipo V1 apresentaram as maiores frequências durante a quadra chuvosa com 4,7 eventos. Tal fato encontra-se associado à curta duração da classe, de 5 a 10 dias, que possibilita a ocorrência e contabilização de mais eventos de estiagem em um período de tempo quando comparado com as classes V2 (11 a 15 dias) e V3 (> 15 dias). Reiterando os resultados, Nogueira *et al*. (2023), estudando a incidência de veranicos durante o período chuvoso, verificaram que os V1 exibiram predominância em todas as regiões do Ceará, isto é, abrangendo o litoral, serra e sertão.

Os veranicos maiores do que 15 dias se destacaram por apresentar a segunda maior frequência no estado. À medida que os veranicos de 11 a 15 dias obtiveram a menor ocorrência no Ceará, a durabilidade dos períodos de estiagem afetou diretamente a agricultura de sequeiro (FEITOSA; LOPES; BEZERRA, 2017). Nogueira *et al*. (2023)

identificaram que os veranicos maiores do que 15 dias resultaram em perdas de produção expressivas, alcançando valores de 69%, enquanto para Sakamoto *et al*. (2015) os veranicos superiores a 10 dias ocasionaram em perdas de até 73%. Logo, veranicos com menor duração (V1) apresentam menores impactos no desenvolvimento das culturas quando comparados com veranicos de média (V2) e longa duração (V3).

Tabela 2 - Estatística descritiva das variáveis independentes utilizadas.

Variável[1]	N	Média	Mediana	Mínimo	Máxima	DP	CV (%)	Assimetria	Shapiro -Wilk**
Precipitação (mm)	855	718,45	678,48	132,40	2113,65	344,14	47,90	0,82	,000
V1	855	4,73	4,83	0,75	8,75	1,09	23,12	-0,12	,001
V2	855	1,15	1,10	0,00	3,25	0,58	50,90	0,33	,000
V3	855	1,30	1,17	0,00	4,50	0,88	67,12	0,71	,000
Prod. Feijão (kg ha^{-1})	855	279,21	269,17	43,33	898,25	121,99	43,69	1,09	,000

[1]V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias; Prod. Feijão – produtividade do feijão; DP – desvio padrão; CV – coeficiente de variação.

**Hipótese nula (H0): distribuição normal para p > 5%, caso contrário, aceita-se a Hipótese alternativa (H1, com p < 5%).

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Por fim, a produtividade média do feijão foi de 279,21±121,99 kg por hectare (Tabela 2), que representam valores inferiores à capacidade de produção por área da cultura que pode chegar a 1.008 kg ha^{-1} em locais com constante disponibilidade hídrica (CONAB, 2018). Vale reiterar que a presença de veranicos no estado do Ceará, principalmente superiores a 15 dias, apresentam inúmeros impactos na agricultura de sequeiro, como a redução do teor de umidade do solo e diminuição das atividades metabólicas das plantas. Além disso, os V3 apresentam como agravante a possibilidade de englobar diferentes estádios fenológicos da cultura, principalmente os que necessitam de maior demanda hídrica, como a floração e o enchimento dos grãos (FERNANDES *et al*., 2015; OLIVEIRA *et al*., 2017; MBANYELE *et al*., 2021).

É importante ressaltar que o feijão de corda (*Vigna unguiculata*) é amplamente cultivado no semiárido brasileiro, sobretudo no estado do Ceará, e sua produção é direcionada para o consumo familiar apresentando grande importância para a segurança

alimentar da população (VASCONCELOS *et al*., 2019). Além disso, a adaptabilidade da cultura às condições intrínsecas da região proporciona colheita mesmo em anos extremamente secos (OLIVEIRA *et al*., 2017).

O coeficiente de variação para os veranicos de 5 a 10 dias (V1) foi alto, e para as demais variáveis (V2, V3, precipitação e produtividade do feijão) classificou-se como muito alto. O alto coeficiente de variação demonstra a variabilidade dos atributos no estado, e a grande extensão territorial do Ceará resulta em regiões com diferentes índices de temperatura, umidade e pluviometria (MORO *et al*., 2015; ANDRADE *et al*., 2016).

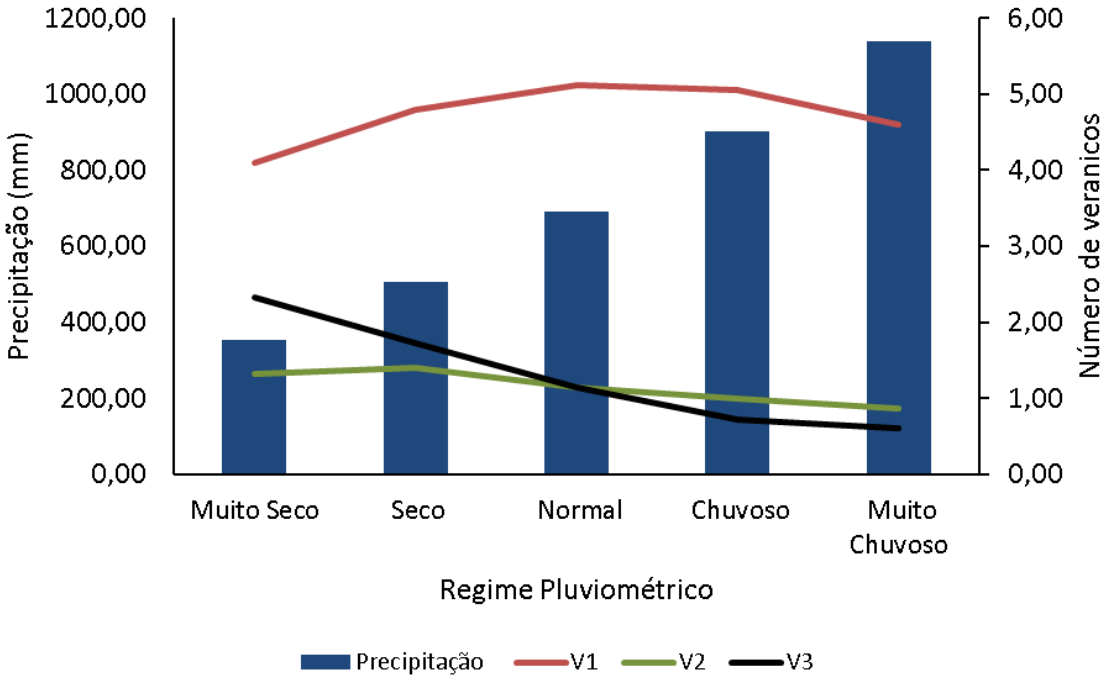
Em relação à assimetria, observou-se que os dados de precipitação, veranicos de 11-15 dias (V2), veranicos > 15 dias (V3) e produtividade do feijão mostraram-se assimétricos positivos, à medida que os veranicos de 5-10 dias (V1) obtiveram assimetria negativa conforme Tabela 2. Os valores de assimetria se referem à forma de distribuição da amostragem ao redor da média. Para Fávero e Belfiore (2017), na assimetria positiva, a média da amostra é maior que a mediana; e esta, por sua vez, é menor que a moda. Isso indica maior concentração de valores relativamente altos. Em contraste, na assimetria negativa, a média da amostragem é inferior à mediana, sendo esta menor que a moda. Isso significa que há uma maior presença de valores menores (FÁVERO; BELFIORE, 2017).

O resultado do teste de Shapiro-Wilk rejeitou a hipótese nula (Tabela 2), demonstrando que os dados não apresentam como modelo probabilístico uma distribuição gaussiana. Todas as variáveis refutaram a hipótese nula de normalidade das amostras. Embora a distribuição normal seja um dos pressupostos para a realização da função discriminante, o resultado do teste não inviabilizou as análises. Isso se deu, de acordo com Mário (2009), pelo fato de que quanto maior for a amostra, maior será a aproximação da distribuição normal, mesmo quando não se tem informações sobre os dados ou em casos de testes que refutaram a normalidade, baseando-se no Teorema do Limite Central.

É importante ressaltar, neste momento, que na análise da Tabela 2 as variáveis foram consideradas em conjunto, sem categorização qualitativa. Essa abordagem pode ter contribuído para a alta/muito alta variação dos coeficientes, assim como para a distribuição não uniforme das amostras apresentadas nos resultados.

Quando as amostras dos grupos qualitativos foram separadas, observou-se o incremento na precipitação do regime muito seco para o muito chuvoso. Em relação aos veranicos, o V1 (5-10 dias) apresentou tendência de aumento até os anos chuvosos e depois declínio em períodos muito chuvosos; enquanto o V3 (>15 dias) demonstrou comportamento oposto, com aumento no regime muito seco e redução de acordo com a elevação do aporte hídrico. Os veranicos com duração de 11-15 dias (V2) mostraram-se mais presentes no período muito seco e seco (Figura 2).

Figura 2 - Precipitação média e número de veranicos conforme a duração em cada regime pluviométrico.



*V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

A produtividade do feijão (kg por hectare) obteve os seguintes valores médios: muito seco 197,1±134,7; seco 225,0±102,9; normal 306,3±84,5; chuvoso 350,8±104,1; e muito chuvoso 316,9±105. Considerando esse contexto, é importante ressaltar que somente no semiárido cearense há a presença de 301 mil propriedades dedicadas ao cultivo de feijão, ocupando uma área de 267 mil hectares e produzindo 68 mil toneladas do grão. Essa produção representa 32% das propriedades brasileiras, 40% da área cultivada no semiárido nacional e apenas 15% da produção total brasileira em toneladas (IBGE, 2017).

É importante salientar que a produtividade do feijão cearense foi maior em anos com chuvas regulares do que em períodos com altas quantidades de chuva. Mesmo em anos com maiores volumes pluviométricos, a distribuição uniforme das chuvas é um fator determinante para o cultivo de sucesso, como apontado por Silva *et al*. (2020).

Tal fato está associado, pode-se dizer também, à presença de chuvas intensas, enxurradas e inundações em anos chuvosos e muito chuvosos. O excedente hídrico, quando acontece, prejudica o desenvolvimento da cultura do feijão caupi devido à saturação de água no solo que afeta o crescimento das raízes e colabora para a proliferação de fungos e outros patógenos (FRANCISCO *et al*., 2017; OLIVEIRA *et al*., 2017; LIMA; LIRA, 2021).

3.2. Teste de Significância das Funções Discriminantes e Teste Box's M de Igualdade

Por meio do λ de Wilks foi possível determinar qual variável mostra-se mais adequada para discriminar os grupos, pois quanto menor o valor do coeficiente, maior o poder discriminatório. Assim, a precipitação e os veranicos maiores do que 15 dias – V3 – apresentaram maior importância para distinguir os grupos (Tabela 3). Os resultados corroboraram a Figura 2, nos quais foi possível observar que os dois fatores se modificaram expressivamente nos diferentes cenários hídricos, ou seja, os veranicos longos (V3) reduziram à medida que aumentou o volume precipitado. Tal fato encontra-se associado à melhor distribuição das chuvas em anos considerados normais e chuvosos (ROCHA *et al*., 2021).

Tabela 3 - Teste de igualdade de média dos grupos.

Variável[1]	λ de Wilks	F	Sigma
Precipitação	**0,34**	403,85	0,00
V1	0,89	26,78	0,00
V2	0,88	28,16	0,00
V3	**0,45**	255,26	0,00
Produtividade feijão	0,77	62,78	0,00

[1]V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

O teste F, realizado para reiterar as variáveis essenciais para o modelo, mostra que a precipitação e os V3 contribuíram para a discriminação entre os grupos (valor de sigma < 5%). Entretanto, de modo geral, todas as variáveis mostraram-se importantes na construção das funções (Tabela 3). Ainda vale ressaltar que, por meio do teste F, constatou-se que as médias dos grupos apresentaram diferenças significativas em todas as variáveis.

A estatística Box's M apresentou valor de 683,5 com sigma < 5%. Assim, refuta-se a igualdade entre as matrizes de variância e covariância, ou seja, ocorreu a quebra do pressuposto de homocedasticidade. Neste caso, segundo Almeida *et al*. (2022), o mais adequado consiste na utilização de funções quadráticas. No entanto, para Fávero *et al*. (2006), esse fundamento depende do tamanho da amostra e da normalidade dos dados, visto que a análise discriminante se adequa à violação dos pressupostos conforme o aumento amostral (FÁVERO *et al*., 2006).

3.3. Teste de Significância das Funções Discriminantes

Dessa maneira, um total de quatro equações discriminantes foram geradas, em que o modo de avaliar consistiu na utilização do autovalor. O coeficiente indicou quão diferente as categorias mostram-se em cada função. A primeira função obteve o maior valor de *eigenvalues* com 2,548, ou seja, a função 1 é responsável por 91,2% da explicação de diferença entre os grupos. Em sequência, a segunda, terceira e quarta função são responsáveis por 7,5%, 1,2% e 0,1% da distinção entre os grupos (Tabela 4). Deve-se reforçar que a correlação canônica ao quadrado corresponde ao potencial de esclarecimento da função discriminante. Então, a função 1 explica 72% da categorização de uma variável em um dos grupos. A função 2, 3 e 4 explicam 17%, 3% e 0,16% da classificação de um elemento em determinada categoria (Tabela 4).

Tabela 4 - Eigenvalues para cada função discriminante gerada.

Função[1]	Eigenvalue	% de variância	% cumulativa	Correlação canônica	(Correlação canônica)²
1	2,548[a]	91,2	91,2	0,85	0,722
2	0,209[a]	7,5	98,7	0,42	0,176
3	0,034[a]	1,2	99,9	0,18	0,032
4	0,001[a]	0,1	100,0	0,04	0,001

[1]As primeiras quatro funções discriminantes canônicas foram usadas na análise.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

O λ de Wilks foi aplicado para avaliar a diferença entre as médias dos grupos, já que quanto menor for o valor, mais intensa vai ser a diferença da média das categorias e maior será o poder discriminatório da função. Nesse caso, destaca-se a função 1 com coeficiente λ de Wilks de 0,23, indicando tendência a uma maior separação entre os grupos, ou seja, maior poder discriminante das variáveis dependentes para distinguir os grupos (Tabela 5).

Tabela 5 - Teste Lambda de Wilks para as funções estimadas.

Teste de funções	Lambda de Wilks	Qui-quadrado	Df	Sig.
1 até 4	0,23	1265,84	20,00	0,00
2 até 4	0,80	190,72	12,00	0,00
3 até 4	0,97	29,68	6,00	0,00
4	1,00	1,23	2,00	0,54

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

É possível observar, ainda, o teste de significância entre as quatro funções estimadas, com o sigma < 5%. Isso representa que a rejeição da hipótese foi nula e que as equações apresentaram capacidade de diferenciar os grupos. Conforme a Tabela 5, observou-se o poder discriminatório entre as funções de 1 a 4, 2 a 4 e 3 a 4; no entanto, a função 4, sozinha, não apresentou aptidão de classificar casos (sigma > 5%).

3.4. Análise de Coeficientes Discriminantes Padronizados e da Matriz Estrutural

Por meio dos coeficientes padronizados da função canônica discriminante (Tabela 6), todos os fatores possuem a mesma dimensão, sendo possível estimar a importância relativa

de cada variável para as funções. Vale ressaltar que o poder discriminante aumenta conforme o aumento do valor do coeficiente padronizado, no qual se observou que a precipitação obteve maior peso nas funções 1 e 2, enquanto os veranicos de 11 a 15 dias apresentaram maior influência para as funções 3 e 4.

Tabela 6 - Coeficientes de funções discriminantes canônicas padronizadas.

Variável[1]	Função			
	1	2	3	4
Precipitação	**0,915**	**0,925**	0,328	-0,079
V1	0,288	-0,254	0,536	-0,649
V2	0,014	0,278	**0,659**	**0,806**
V3	-0,106	0,879	0,013	-0,267
Produtividade feijão	0,370	-0,342	-0,619	0,434

[1]V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias.
Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

A matriz estrutural possibilitou, portanto, verificar quais variáveis são mais importantes para estimar as funções. No modelo 1, a precipitação e os veranicos maiores do que 15 dias (V3) foram os elementos mais preponderantes na equação, enquanto que na função 2 os veranicos de 5 a 10 dias (V1) mostraram-se essenciais para montar a expressão. Na função 3, a produtividade do feijão foi essencial para produzir o modelo. Por fim, os veranicos de 11 a 15 dias (V2) apresentaram maior peso para estimar a função 4 (Tabela 7).

Tabela 7 - Matriz estrutural das funções discriminantes.

Variável[1]	Função			
	1	2	3	4
Precipitação	**0,855***	0,42	0,01	-0,08
V3	**-0,677***	0,38	-0,26	-0,07
V1	0,12	**-0,627***	0,52	-0,34
Produtividade feijão	0,31	-0,43	**-0,519***	0,42
V2	-0,21	-0,11	0,61	**0,712***

*Maior correlação absoluta entre variável e função discriminante.
[1]V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias.
Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

De acordo com o coeficiente de classificação (Tabela 8), os anos com maiores quantidades de veranicos de 5-10 dias (V1) e 11-15 dias (V2) apresentaram tendência de serem muito chuvosos, enquanto a elevada presença de veranicos superiores a 15 dias (V3) indicaram a classificação de anos muito secos.

Tabela 8 - Funções discriminantes lineares de Fisher.

Variável[1]	Regime				
	Muito Seco	**Seco**	**Normal**	**Chuvoso**	**Muito Chuvoso**
Precipitação	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09
V1	8,09	8,76	9,12	9,27	**9,39**
V2	8,22	8,69	7,95	8,06	**8,75**
V3	**21,65**	20,81	19,87	19,83	21,28
Produtividade feijão	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
(Constante)	-61,70	-65,69	-69,14	-75,92	-86,70

[1]V1 – veranicos de 5 a 10 dias; V2 – veranicos de 11 a 15 dias; V3 – veranicos superiores a 15 dias;
Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Esses resultados corroboram o estudo de Soares e Nóbrega (2010) e Rocha *et al*. (2021) ao afirmarem que, em anos com restrições hídricas, a menor ocorrência de veranicos < 15 dias indica o aumento de eventos de estiagem prolongados (>15 dias), enquanto que os anos com maior volume pluviométrico correlacionam-se com a constante presença de curtos períodos de estiagem. Logo, os desvios pluviométricos negativos presentes em anos com chuvas abaixo da média resultam no aumento da quantidade de dias secos (ROCHA *et al*., 2020).

Vale salientar que o rendimento do feijão se relaciona de modo positivo com os veranicos V1 (5-10 dias), em que o curto período de estiagem resulta em um aporte hídrico ao solo de modo mais regular ao decorrer do ciclo da cultura (FERNANDES *et al*., 2015). Ainda assim, em razão dos fatores climáticos, o planejamento do cultivo de feijão em regime de sequeiro é imprescindível para reduzir a incidência de pragas e doenças fitopatológicas, bem como para diminuir as perdas de rendimento por falta hídrica. A escolha da data de plantio deve ter o objetivo de evitar os veranicos longos, principalmente no florescimento e enchimento dos grãos, visto que a cultura requer maior suprimento hídrico. Além disso, a

colheita não deve coincidir com o período chuvoso, a fim de que se impeça o ataque de fungos e pragas nos grãos (OLIVEIRA *et al*. 2017; MENEZES JÚNIOR *et al*., 2017).

Por meio dos coeficientes não padronizados da função discriminante linear de Fisher, foi possível estimar a equação de cada categoria qualitativa, com base nas variáveis independentes (precipitação – P, veranicos 5-10 dias – V1, veranicos 11-15 dias – V2, veranicos >15 dias – V3 e produtividade do feijão – PROD.) e seus respectivos coeficientes (Tabela 9).

Tabela 9 - Funções discriminantes lineares de Fisher.

Categoria	Função
Muito Seco	$0,07_{(P)} + 8,09_{(V1)} + 8,22_{(V2)} + 21,65_{(V3)} + 0,01_{(PROD)} - 61,7$
Seco	$0,07_{(P)} + 8,76_{(V1)} + 8,69_{(V2)} + 20,81_{(V3)} + 0,01_{(PROD)} - 65,69$
Normal	$0,07_{(P)} + 9,12_{(V1)} + 7,95_{(V2)} + 19,87_{(V3)} + 0,02_{(PROD)} - 69,14$
Chuvoso	$0,08_{(P)} + 9,27_{(V1)} + 8,06_{(V2)} + 19,83_{(V3)} + 0,03_{(PROD)} - 75,92$
Muito Chuvoso	$0,09_{(P)} + 9,39_{(V1)} + 8,75_{(V2)} + 21,28_{(V3)} + 0,03_{(PROD)} - 86,7$

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

3.5. Resultado da Classificação dos Grupos

A validação dos modelos resultou na classificação precisa de 56% dos municípios cearenses, com acertos em 109 e 107 cidades para os anos muito secos e muito chuvosos, respectivamente; e 95, 97 e 83 municípios para anos normais, secos e chuvosos, dentre os 171 municípios do semiárido cearense (Tabela 10). Em termos de porcentagem, observou-se uma categorização dos regimes muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso em 64%, 51%, 56%, 49% e 63% dos municípios, respectivamente.

Tabela 10 - Teste de adequabilidade das equações em classificar o regime pluviométrico em muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso.

Regime			Associação ao grupo prevista					Total
			Muito Seco	Seco	Normal	Chuvoso	Muito Chuvoso	
Original	Contagem	Muito Seco	**109**	51	11	0	0	171
		Seco	45	**87**	31	7	1	171
		Normal	5	34	**95**	31	6	171
		Chuvoso	0	6	44	**83**	38	171
		Muito Chuvoso	1	1	10	52	**107**	171
	%	Muito Seco	64	30	6	0	0	100
		Seco	26	51	18	4	1	100
		Normal	3	20	56	18	4	100
		Chuvoso	0	4	26	49	22	100
		Muito Chuvoso	1	1	6	30	63	100

*56,3% de casos originais agrupados corretamente classificados.

Fonte: Resultados da pesquisa (2023).

Por meio dos resultados, observou-se que anos extremos (muito seco, chuvoso e normal) apresentaram os melhores resultados quando comparado com os outros regimes. Melo (1997), estudando dados meteorológicos, obteve precisão de 54% nos modelos gerados para estimar a estação chuvosa. Conforme a autora, pesquisas com dados climáticos se apresentam instáveis, pois dependem de uma combinação de fatores atmosféricos dinâmicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do estudo foi possível inferir sobre as variáveis que caracterizam os regimes pluviométricos no semiárido do Ceará, no qual a precipitação, veranicos de 5 a 10 dias, veranicos de 11 a 15 dias, veranicos superiores a 15 dias e produtividade do feijão apresentaram significância estatística para o estabelecimento das funções discriminantes. Contudo, a precipitação e os veranicos maiores do que 15 dias (V3) foram os principais determinantes do regime pluviométrico no semiárido cearense.

Diante dos dados, formou-se quatro funções discriminantes e verificou-se que as duas primeiras apresentaram 97,8% da explicação de diferença entre os grupos, em que a

função 1 se mostrou influenciada pela precipitação e veranicos superiores a 15 dias e a função 2 pelos veranicos de 5 a 10 dias.

Ainda cabe ressaltar que os cinco grupos ou modelos gerados para cada regime pluviométrico (muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso) permitem identificar equações para classificação de novos municípios.

Para pesquisas futuras, propõe-se a inserção de outras variáveis climáticas e produtivas para melhora o desempenho dos modelos discriminantes, como a temperatura do ar, temperatura do solo, amplitude térmica, umidade do solo, umidade do ar, temperatura da superfície do oceano atlântico, variável responsável pelo dipolo; temperatura da superfície do oceano pacífico, indicando a presença de El Niño ou La Niña, bem como o rendimento do milho por se tratar de uma cultura amplamente adotada na localidade. Também se recomenda a expansão dos dados e a aplicação em outras regiões semiáridas brasileiras.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.; FREITAS, C. A.; MONTOYA, M. A.; PAULI, R. I. P. Padrões tecnológicos na atividade leiteira na região Corede produção do Rio Grande do Sul. **SINERGIA - Revista do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis**, Rio Grande, v. 26, n. 1, 2022.

ANDRADE, E. M.; SENA, M. G. T.; SILVA, A. G. R.; PEREIRA, F. J. S.; LOPES, F. B. Uncertainties of the rainfall regime in a tropical semi-arid region: the case of the State of Ceará. **Revista Agro@mbiente**, Roraima, v. 10, n. 2, p. 88-95, 2016.

BAL, S. K.; SANDEEP, V. M.; KUMAR, P. V.; RAO, A. V. M. S.; PRAMOD, V. P.; MANIKANDAN, N.; RAO, C. S.; SINGH, N. P.; BHASKAR, S. Assessing impact of dry spells on the principal rainfed crops in major dryland regions of India. **Agricultural and Forest Meteorology**, [*S.l.*], v. 313, p. 108768, 2022.

BALTACI, H.; ARSLAN, H. Seasonal and regional variability of wet and dry spell characteristics over Turkey. **Atmospheric Research**, [*S.l.*], v. 270, p. 106083, 2022.

CAVALCANTE, E. S.; LACERDA, C. F.; COSTA, R. N. T.; GHEYI, H. R.; PINHO, L. L.; BEZERRA, F. M. S.; OLIVEIRA, A. C.; CANJÁ, J. F. Supplemental irrigation using brackish water on maize in tropical semi-arid regions of Brazil: yield and economic analysis. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 78, 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília: CONAB, 2018.

COSTA, J. A.; SILVA, D. F. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o Estado do Ceará (Distribution space-temporal of rain anomaly index for the Ceará State). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 10, n. 4, p. 1002-1013, 2017.

COSTA, M. N.; BECKER, C. T.; BRITO, J. I. B. Análise das séries temporais de precipitação do semiárido paraibano em um período de 100 anos - 1911 a 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 6, n. 4, p. 680-696, 2013.

COUTINHO, M. D. L.; GOMES, A. C. S.; MORAIS, M. D. C.; SAKAMOTO, M. S. Análise comparativa do regime pluviométrico entre anos secos e chuvosos na bacia do Rio Piranhas Açu. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 41, n. 3, p. 758-765, 2018.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados:** estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2017.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados:** modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2009.

FEITOSA, E. O.; LOPES, F. B.; BEZERRA, F. M. L. Influência dos veranicos na viabilidade de produção do feijão caupi no semiárido. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido, 3., 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: MASSA, 2017.

FERNANDES, F. B. P. **Disponibilidade hídrica para a cultura do feijão de corda em função do manejo de solo no semiárido cearense.** 2014. 111 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

FERNANDES, F. B. P.; LACERDA, C. F.; ANDRADE, E. M.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, C. H. C. Efeito de manejos do solo no déficit hídrico, trocas gasosas e rendimento do feijão-de-corda no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 506-515, 2015.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; LIMA, E. R. V.; OLIVEIRA, F. P. Aptidão climática e pedológica da cultura do feijão caupi para as regiões do agreste e brejo paraibano. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 4, p. 1557, 2017.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Postos pluviométricos.** Ceará, 2020. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php. Acesso em 16 abr. 2020.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Sistemas atmosféricos atuantes sobre o Nordeste**. Ceará, 2014. Disponível em: http://www.funceme.br/?p=967>. Acesso em 10 fev. 2022.

GOBIN, A.; VYVER, H. Spatio-temporal variability of dry and wet spells and their influence on crop yields. **Agricultural and Forest Meteorology**, [*S.l.*], v. 308, p. 108565, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2017**. IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal.** Ceará, 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612. Acesso em 16 abr. 2022.

INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA. **Normais Climatológicas**. Lisboa, 2021. Disponível em: https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=normais.xml. Acesso em 05 jan. 2022.

LEMOS, J. J. S.; BEZERRA, F. N. R. Interferência da instabilidade pluviométrica na previsão da produção de grãos no semiárido do Ceará, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 9, p. 15632-15652, 2019.

LIMA, M. A. S.; LIRA, M. A. T. A Variabilidade climática e os desastres naturais no estado do Ceará (1991-2019). **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 603-614, 2021.

MÁRIO, P. C. Análise discriminante. In: CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. (Org). **Análise Multivariada para os cursos de Administração, Ciências Contábeis e Economia.** São Paulo: Editora Atlas, 2009. Cap. 4, p. 232-275.

MARUMBWA, F. M.; CHO, M. A.; CHIRWA, P. W. Analysis of spatio-temporal rainfall trends across southern African biomes between 1981 and 2016. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, [*S.l.*], v. 114, p. 102808, 2019.

MBANYELE, V.; MTAMBANENGWE, F.; NEZOMBA, H.; GROOT, J. C. J.; MAPFUMO, P. Combinations of in-field moisture conservation and soil fertility management reduce effect of intra-seasonal dry spells on maize under semi-arid conditions. **Field Crops Research**, [*S.l.*], v. 270, p. 108218, 2021.

MELO, A. B. C. **Previsibilidade da precipitação na região semiárida no Nordeste do Brasil, durante a estação chuvosa, em função do comportamento diário das chuvas na pré-estação**. 1997. 150 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1997.

MENEZES JÚNIOR, J. A. N.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; DO VALE, J. C.; BERTINI, C. H. C. M. Colheita. In: VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org.) **Feijão-Caupi do plantio à colheita**, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. Cap. 3, p. 52-69.

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B.; LIMA, R. A. F. A. Veranico e a produção agrícola no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 181-186, 2010.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. Vegetation, phytoecological regions and landscape diversity in Ceará state, northeastern Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, p. 717-743, 2015.

MÜLLER, C. A. S.; MATTOS, L. B.; LIMA, J. E. Determinantes da erradicação da febre aftosa no Brasil. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 89-97, 2007.

NOGUEIRA, D. B.; SILVA, A. O.; GIROLDO, A. B.; SILVA, A. P. N.; COSTA, B. R. S. Dry spells in a semi-arid region of Brazil and their influence on maize productivity. **Journal of Arid Environments**, [*S.l.*], v. 209, p. 104892, 2023.

OLIVEIRA, A. B.; MESQUITA, R. M.; GUIMARÃES, M. A.; LEMOS NETO, H. S.; SILVA, T. M. Exigências edafoclimáticas e ecofisiologia. In: VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. (org.) **Feijão-Caupi do plantio à colheita**, Viçosa, MG: Ed. UFV, 2017. Cap. 3, p. 52-69.

OLIVEIRA, B. C. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; PEREIRA, C. R.; SOBRAL, B. S.; GOIS, G.; LYRA, G. B.; MACHADO, E. A.; CORREIA FILHO, W. L. F.; SOUZA, A. Spatiotemporal variation of dry spells in the State of Rio de Janeiro: Geospatialization and multivariate analysis. **Atmospheric Research**, [*S.l.*], v. 257, p. 105612, 2021.

OLIVEIRA, L. C.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G.; FERNANDES, F. B. P. Frequência e distribuição espacial de veranicos no estado do Ceará. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido, 2., 2015, Quixadá. **Anais [...]**. Quixadá: MASSA, 2015.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** São Paulo: ESALQ, 1985.

PINKAYAN, S. **Conditional probabilities of ocurrence of rainy and dry years over a large Continental Area**. Colorado: Hidrology papers, 1966.

PIZZOL, S. J. S. Combinação de grupos focais e análise discriminante: um método para tipificação de sistemas de produção agropecuária. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 42, p. 451-468, 2004.

ROCKSTROM, J.; HATIBU, N.; OWEIS, T. Y.; WANI, S.; BARRON, J.; BRUGGEMAN, A.; FARAHANI, J.; KARLBERG, L.; QIANG, Z. Managing water in rainfed agriculture. In.: MOLDEN, D. (Org.). **Water for food, water for life a comprehensive assessment of water managament in agriculture**. Colombo, International Water Management Institute, 2007, cap. 8, p. 315.

ROCHA, T. B. C.; VASCONCELOS JÚNIOR, F. C.; SILVEIRA, C. S.; MARTINS, E. S. P. R.; GONÇALVES, S. T. N.; SILVA, E. M.; ALVES, J. M. B.; SAKAMOTO, M. S. Indicadores de Veranicos e de Distribuição de Chuva no Ceará e os Impactos na Agricultura de Sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v.36, p. 579-589, 2021.

ROCHA, T. B. C.; VASCONCELOS JÚNIOR, F. C.; SILVEIRA, C. S.; MARTINS, E. S. P. R.; SILVA, R. F. V. Veranicos no Ceará e aplicações para agricultura de sequeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 435-447, 2020.

RODRIGUES, B. D.; COUTINHO, M. D. L.; SAKAMOTO, M. S.; JACINTO, L. V. Uma análise sobre as chuvas no Ceará baseada nos eventos de el niño, la niña e no dipolo do servain durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Climatologia**, Paraná, v. 28, 2021.

SAKAMOTO, M. S.; FERREIRA, A. G.; COSTA, A. C.; OLIVAS, E. S. Rainy season pattern and impacts on agriculture and water resources in Northeastern Brazil. In: ANDREU, J.; SOLERA, A.; PAREDES-ARQUIOLA, J.; HARO-MONTEAGUDOM, D.; LANEN, H. (org.). **Drought: Research and Science-Policy Interfacing.** CRC Press/Balkema, 2015. p. 49-55.

SILVA, L. D. R.; CARTAXO, P. H. A.; SILVA, M. C.; GONZAGA, K. S.; ARAÚJO, D. B.; SOUSA, E. S.; SANTOS, J. P. O. Efeito da variabilidade pluviométrica na produção de Vigna unguiculata (L.) Walp. no Semiárido da Paraíba. **Scientific Electronic Archives**, [*S.l.*], v. 13, p. 26-32, 2020.

SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S. Análise espacial e climatológica da ocorrência de veranicos no Sertão de Pernambuco. **Revista de Geografia**, Recife, v. 27, n. 1, p. 94-106, 2010.

SOUZA, C. L. O.; NOGUEIRA, V. F. B.; NOGUEIRA, V. S. Variabilidade interanual da precipitação em cidades do semiárido brasileiro entre os anos de 1984 e 2015. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 4, p. 740-747, 2017.

SOUZA, M. S. **Regime pluviométrico e estratégias de manejo sustentável no cultivo do feijão-caupi**. 2022. 162 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Delimitação do Semiárido**. 2021.

VASCONCELOS JUNIOR, F. C.; JONES, C.; GANDU, A. W. Interannual and intraseasonal variations of the onset and demise of the pre-wet season and the wet season in the Northern Northeast Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 33, p. 472-484, 2018.

VASCONCELOS, T. S.; MORAES, J. G. L.; ALVES, J. M. B.; JACINTO JÚNIOR, S G.; OLIVEIRA, L. L. B.; SILVA, E. M.; SOUSA, G. G. Variabilidade pluviométrica no Ceará e suas relações com o cultivo de milho, feijão-caupi e mandioca (1987-2016). **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 3, p. 431-438, 2019.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; DIAS, M. A. F. S.; DIAS, P. L. S. Interrelações entre eventos ENOS (ENSO), a ZCIT (ITCZ) no Atlântico e a chuva nas bacias hidrográficas do Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [*S.l.*], v. 8, n. 2, p. 111-126, 2003.