



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA  
PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM UM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**AREIA - PB**

**JULHO - 2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS  
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA  
SOB A PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM UM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO**

**IGOR REVELLES GOMES LUNA**

**AREIA - PB**

**JULHO – 2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

L961i Luna, Igor Revelles Gomes.  
INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA  
SOB A PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM UM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO / Igor Revelles Gomes Luna. - João Pessoa,  
2019.  
32 f. : il.

Orientação: Daniel Duarte Pereira.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agricultura familiar. 2. Seca. 3. Vigna unguiculata.  
I. Pereira, Daniel Duarte. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

**IGOR REVELLES GOMES LUNA**

**INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA  
SOB A PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM UM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO  
PARAIBANO**

Trabalho de Graduação apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia do  
Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba, em  
cumprimento às exigências para a  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira**

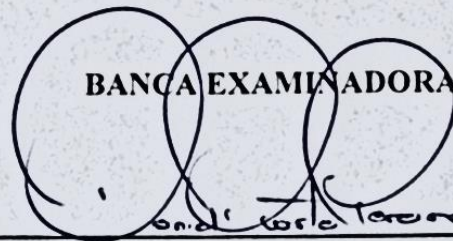
**AREIA - PB**

**JULHO - 2019**

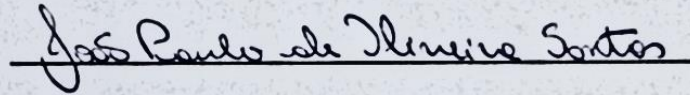
**IGOR REVELLES GOMES LUNA**

**INFLUÊNCIA DOS PADRÕES DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOB A  
PRODUÇÃO DE FEIJÃO EM UM MUNICÍPIO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

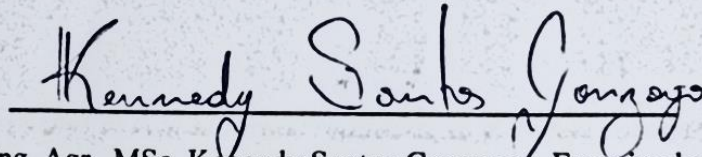
**BANCA EXAMINADORA**



**Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira - Orientador  
DFCA/CCA/UFPB**



**Eng. Agr. MSc. João Paulo de Oliveira Santos – Examinador  
Doutorando em Agronomia - UFPB**



**Eng. Agr. MSc. Kennedy Santos Gonzaga – Examinador  
Doutorando em Agronomia - UFPB**

*"Todos os seus sonhos podem se tornar realidade se você tem coragem para perseguir-los" – Walt Disney, desenhista e empreendedor*

## DEDICATÓRIA

*A Deus,*

*A meus pais*

*E a todos aqueles que*

*de alguma forma*

*contribuíram para*

*a minha formação*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A gratidão é o único tesouro dos humildes (William Shakespeare).

Agradeço primeiramente a Deus, que em sua infinita sabedoria colocou força em meu coração para vencer essa etapa de minha vida. A fé no Senhor, sem dúvidas, me ajudou a lutar até o fim, e por ter escolhido uma cidade no interior do Ceará para ser o lugar onde começaria a escrever a história da minha vida. Foi em Jucás onde aprendi os valores que carrego comigo desde então, aprendi que a verdade muitas vezes pode ser dura, mas só ela nos leva pelo caminho certo a ser seguido.

Gostaria de agradecer minha família, especialmente meus pais (Gizélia e Cláudio), que fizeram de tudo para tornar os momentos difíceis mais brandos, sendo fundamental na minha educação e nunca me deixaram perder a fé. Sem o apoio, força e amor incondicional de vocês a realização desse sonho não seria possível. Obrigado, Ítalo Roberto e Ilan Ryan irmãos queridos, por serem tão companheiros. Deixo aqui um agradecimento especial a minha vovó Francisca que sempre foi o meu maior exemplo de luta e determinação nessa vida. Agradeço a minha tia/madrinha Nena, que jamais serei capaz de retribuir todo carinho, amor e incentivo que foi me dado. Não posso deixar de dedicar um agradecimento especial aos meus avós paternos (Maria e Edmilson) que foram também bastante incentivadores para realização desse meu sonho. Aos meus amigos de infância Jonatas, Alex, Geune, meu primo David, Ramon, Rahul e Makaule, as risadas que vocês compartilharam comigo nessa etapa tão desafiadora da vida acadêmica, também fizeram toda a diferença.

Um agradecimento especial a João Paulo e Ewerton, que foram mais do que amigos, fizeram papeis de irmãos durante toda minha trajetória na universidade. Nunca mediram esforços para me ajudar, a partir deles tive uma rápida adaptação à nova cidade e vida acadêmica. Lembro-me como hoje, eu chegando para iniciar o primeiro período em Areia e João Paulo indo até o ponto do ônibus para me ajudar com a mala para levar até seu quarto, onde lá eu permaneceria até encontrar algum lugar definitivo. Ewerton foi uma das primeiras pessoas que também tive contado em Areia, foi meu confidente mais fiel e amigo para todas as horas. Essas duas pessoas de coração gigante nunca



negaram uma palavra de apoio, força e cumplicidade ao longo dessa etapa em minha vida.

A Sammara, uma pessoa de coração mais puro que o destino colocou na minha vida durante o início do curso. Poderia passar a vida inteira elogiando seu modo de enxergar o mundo, seu jeito de tratar as pessoas, e mesmo assim não falaria tudo que admiro em você.

Aos meus amigos que dividiram quarto comigo, Paulo e Maciel “os caras do League of Legends”, vocês foram demais, uma amizade sem igual.

Aos meus amigos de alojamento, Islaumax, Haile, Josias, Fernando, Nil, Izaias, Paulo Cartaxo, Raiff, Lucas (Zoba), Helton, Glauco, Matheus onde suas presenças deixavam meus dias mais alegres. A Quellya que foi uma pessoa onde tive o prazer de conhecer no final da minha graduação, obrigado pelo apoio, companheirismo e carinho.

A meu orientador Prof. Daniel Duarte, por sua generosidade em me aceitar como orientando, e por ser um exemplo de profissional e acima de tudo um exemplo de ser humano, que nos faz acreditar em um mundo mais humano e melhor para as gerações futuras.

**Obrigado a todos!**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral.....	15
2.2. Objetivo Específico.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3.1. Secas e Agricultura no Semiárido do Brasil .....	15
3.2. Feijão Caupi .....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	20
6. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS .....	26

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização do município de Boa Ventura, Paraíba.....	19
<b>Figura 2.</b> Área plantada e colhida de feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.....	21
<b>Figura 3.</b> Produção de feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.....	23
<b>Figura 4.</b> Produtividade média do feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.....	24
<b>Figura 5.</b> Análise de Componentes Principais (ACP).....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Coeficientes de correlação linear entre variáveis de produção do feijão e a precipitação do município de Boa Ventura, Paraíba.....	22
---	----

LUNA, Igor Revelles Gomes. **Influência dos Padrões de Precipitação Pluviométrica sob a Produção de Feijão em um Município do Semiárido Paraibano.** Areia – PB, 2019. 32 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

## RESUMO

As atividades agrícolas do Semiárido do Brasil mostram-se extremamente dependentes de fatores climáticos para a obtenção de produções satisfatórias, no entanto, essa região apresenta alta variabilidade pluviométrica na maioria dos anos, sendo assim necessário compreender o grau de influência dessa variável sobre os cultivos agrícolas, como o feijão. Nesse sentido, o presente estudo objetivou analisar a evolução da produção de feijão caupi no município de Boa Ventura, Paraíba, entre os anos de 2002 e 2016, associando-se os resultados obtidos com a precipitação pluviométrica local. Para tanto realizaram-se correlações lineares entre dados de precipitação e as variáveis de produção da cultura do feijão por meio da correlação de Pearson, seguidas de análises de significância pelo teste de T-Student. Posteriormente realizou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados evidenciaram correlação positiva da precipitação pluviométrica sobre todas as variáveis analisadas, sendo para todas essas verificadas significâncias estatísticas. A produção de feijão no município apresentou forte redução temporal, principalmente a partir de 2012. Mesmo em anos com precipitação normal ou acima da média climatológica, a produtividade do feijão caupi em Boa Ventura mostrou-se baixa. A ACP registrou 91,8% de explicação nos dois primeiros eixos e demonstrou a forte correlação das variáveis analisadas com a precipitação. Com base nos resultados encontrados, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias de produção para essa cultura que diminuam a dependência dos fatores climáticos sob suas variáveis de produção, além de se buscar a tecnificação desse seguimento.

**Palavras-chaves:** Agricultura familiar; Seca; *Vigna unguiculata*.

LUNA, Igor Revelles Gomes. **Influence of Rainfall Patterns on Bean Production in a Municipality of the Semi-Arid Paraíba.** Areia – PB, 2019. 32 p. Course Completion Work (Graduation in Agronomic Engineering) - Federal University of Paraíba.

### ABSTRACT

The agricultural activities of the semi-arid region of Brazil are extremely dependent on several climatic factors to produce satisfactory yields, however, this region presents high rainfall variability in most of the years, therefore, it is necessary to understand the degree of influence of this variable in agricultural crops, such as beans. In this sense, the present study aimed to analyze the production of cowpea in the municipality of Boa Ventura, Paraíba, between 2002 and 2016, associating the results obtained with local rainfall. For this, linear correlations between precipitation data and bean crop production variables were performed using Pearson's correlation, followed by analyzes of significance using the Student's T-test. Subsequently, a Principal Component Analysis (PCA) was performed. The results showed a positive and significant correlation of the rainfall on the analyzed variables. The production of beans in the municipality showed a strong reduction, mainly from 2012. Even in years with normal or above average rainfall, the productivity of cowpea in Boa Ventura was low. The PCA recorded 91.8% of explanation in the first two axes and demonstrated the strong correlation of the variables analyzed with the precipitation. Based on the results found, it is necessary to develop production strategies for this crop that reduce the dependence of climatic factors under their production variables, in addition to seeking the technification of this productive system.

**Key words:** Family farming; dry; *Vigna unguiculate*.

## 1. INTRODUÇÃO

A variabilidade climática, principalmente os eventos relacionados a escassez de chuvas tem custos econômicos significativos para as atividades agrícolas, levando a grandes custos macroeconômicos e reduções no crescimento econômico (OCHIENG et al., 2016). Os riscos gerados por essa variabilidade da precipitação pluviométrica sobre a produção agrícola, servem como uma motivação ao investimento em melhorias na tecnologia agrícola empregada e em estratégias para uma agricultura resiliente ao clima (OLAYIDE et al., 2016).

O Semiárido do Brasil (SAB), assim como as demais áreas semiáridas do globo, caracteriza-se pela acentuada aridez do clima, ocorrência de deficiência hídrica devido a ocorrências de chuvas irregulares e a presença de longos períodos de estiagem, que por vezes se comportam como secas severas, além da predominância de solos pobres em matéria orgânica (TEIXEIRA; PIRES, 2017).

Nessa região, as atividades agropecuárias são extremamente dependentes das condições climáticas, ficando assim subjugadas a variabilidade de precipitação pluviométrica (TINÔCO et al., 2019). As oscilações nos padrões de precipitação pluviométrica são um dos principais fatores que levam a agricultura do SAB a apresentar baixos índices de rendimento (CASAGRANDE; SOUZA, 2012). Em condições de estiagem, os prejuízos relativos as perdas de produção atingem cifras expressivas e comprometem a economia local (SANTOS et al., 2012). No entanto, mesmo em anos de precipitação próxima a normal, o padrão de distribuição das chuvas pode se concentrar em um único período, resultando em estresses hídricos para os sistemas agrícolas. (LINDOSO et al., 2013).

No SAB, a maior parte das atividades agrícolas são desenvolvidas em propriedades familiares, que compreendem 1,7 milhão de estabelecimentos agropecuários e detém uma área equivalente a 43% do total dos estabelecimentos (PEREIRA; CUELLAR, 2015). Para esse grupo de agricultores, devido ao baixo grau de tecnificação empregado (LIMA et al., 2016), mesmo pequenas mudanças no clima podem gerar impactos consideráveis em seus sistemas produtivos e meios de subsistência; em ambientes com economia frágil como é o SAB, as implicações dessa variabilidade climática podem ainda serem mais profundas devido esses agricultores serem dependentes de culturas potencialmente afetadas, como por exemplo, o feijão, (ALTIERI; NICHOLLS, 2017).

Não diferente das demais regiões do Semiárido brasileiro, o estado da Paraíba tem na ocorrência de secas prolongadas um dos grandes gargalos para a sua produção agrícola, tendo nesses eventos climáticos uma grande propensão ao registro de graves problemas socioeconômicos. Em um cenário de acentuada mudança climática, atrelado a uma região altamente dependente da agricultura, o estudo do impacto das secas na produção agrícola é de suma importância para a escolha de estratégias de produção, como a seleção de variedades que requeiram uma menor quantidade de água em seu ciclo produtivo, bem como para a adoção de técnicas mais eficientes de cultivo (SILVA; SILVA, 2016).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Avaliar a evolução da produção de uma cultura de subsistência (feijão) durante um período de quinze anos (2002-2016) no município de Boa Ventura, Paraíba, associando-se os resultados obtidos com os padrões anuais de precipitação pluviométrica local.

### **2.2. Objetivo Específico**

- Verificar a dinâmica de produção de feijão no município de Boa Ventura, Paraíba;
- Determinar a influência dos padrões de precipitação pluviométrica sobre a área de produção de feijão e seus índices produtivos.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Secas e Agricultura no Semiárido do Brasil**

As regiões semiáridas correspondem a 30% da área terrestre do planeta, estão distribuídas na América, Oceania, Ásia e África. Na América do Sul, essas regiões estão na Venezuela, Colômbia, Argentina, Chile, Equador e Brasil (ROSSATO et al., 2017). No Brasil, essa região abrange 1.262 municípios, distribuídos nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (SUDENE, 2017).



Eventos de seca são comuns no Semiárido do Brasil (SAB), que concentra mais de 50% dos registros de seca no país, essa região é caracterizada por precipitação irregular com a escassez de chuvas durante determinado período do ano. Além das características naturais dessa área e de sua dinâmica climática, o fenômeno do clima global relacionado à Oscilação Sul do El Niño (ENSO) também tem influenciado fortemente a frequência e intensidade de eventos de estiagem prolongada (AZEVEDO et al., 2018).

Os modelos de cenários globais e regionais de mudanças climáticas indicam que o SAB será afetado por déficit de precipitação e pelo aumento da aridez na segunda metade do século XXI (MARENGO; BERNASCONI, 2015), essas projeções climáticas indicam risco de secas severas e aumento de dias secos consecutivos nessa região (MARENGO et al., 2017).

No passado, os eventos de seca nos estados do Nordeste geraram perdas maciças de produção agropecuária, perda de vidas humanas para a fome, desnutrição e doenças e deslocamentos de pessoas, bem como impactos nas economias regionais e nacionais; mudanças nas economias das áreas rurais e urbanas dessa região, associadas como programas governamentais, permitiram que a migração devido à seca não ocorra mais em proporções tão expressivas, todavia, as perdas no setor agrícola e pecuário perduram (MARENGO et al., 2017).

O rendimento das culturas agrícolas é altamente dependente das interações entre seus estágios fenológicos e variações interanuais de tempo e clima. Eventos de perdas produtivas dessas culturas estão diretamente relacionadas à ocorrência de clima adverso, como por exemplo, as secas; uma vez que as condições meteorológicas para a produção de culturas não forem satisfeitas, a queda na quantidade produzida será proporcional à duração e severidade das condições climáticas adversas (ROSSATO et al., 2017).

A seca que se iniciou em 2012 no SAB é considerada a mais severa nas últimas décadas e teve grave impacto socioeconômico em diversas localidades do Nordeste brasileiro (MARENGO et al., 2017). Estudos como o de Alvalá et al. (2017) aponta que em geral, a condição de precipitação abaixo do normal observada durante a estiagem iniciada em 2012 induziu a baixa produtividade das lavouras agrícolas e pastagens em todos os estados incluídos na área de atuação da SUDENE, no entanto, essa seca vegetativa não se restringiu apenas aos limites da região Semiárida, atingindo também partes dos estados do Maranhão e Espírito Santo. Esse mesmo estudo mostrou que apenas no ano hidrológico de 2015–2016, 923 municípios tiveram pelo menos 50% de

sua área afetada, o que representa cerca de 50% dos municípios na área de cobertura da SUDENE.

Além de utilizarem técnicas agrícolas inadequadas, os agricultores familiares geralmente cultivam em condições de sequeiro e têm baixos recursos tecnológicos, como variedades de baixa produtividade, sem resistência ao déficit hídrico e ao ataque de pragas. Além disso, o acesso a financiamentos para melhoria da produção é limitado. Dessa forma, sob essas condições, a produtividade é ainda mais vulnerável à alta variabilidade intrasazonal e interanual das chuvas que caracterizam o semiárido brasileiro nordestino (MARTINS et al., 2018). Levando em consideração que os cultivos agrícolas no SAB são destinados em grande parte para a subsistência das famílias desses pequenos agricultores e para a alimentação animal, existe assim uma forte relação entre a produtividade agrícola e a segurança alimentar nas regiões rurais (ALVALÁ et al., 2017), que é extremamente comprometida durante os períodos de seca.

Os agricultores que não conseguem se adaptar as variabilidade de precipitação pluviométrica podem encontrar meios de subsistência alternativos, como por exemplo, outros tipos de exploração dos recursos naturais, ou permanecer empobrecidos. Outros podem ainda se tornar resilientes desenvolvendo sistemas alternativos de produção que os ajudarão a lidar com esse cenário de mudança climática (OLAYIDE et al., 2016).

### **3.2. Feijão Caupi**

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa anual pertencente à família Fabaceae e nativa da África Central (GUPTA et al., 2019), é cultivado principalmente nas áreas secas dos trópicos na América Latina, África e sul da Ásia. Essa espécie divide-se em cinco grupos de cultivares: Unguiculata, Sesquipedalis, Textilis, Biflora e Melanophthalmus, sendo o grupo de cultivares Unguiculata o mais cultivado (BOUKAR et al., 2018). O processo de domesticação do feijão-caupi, resultou em plantas com um hábito de crescimento determinado, aumento no tamanho das vagens e sementes, florescimento precoce e redução da queda de vagens (LO et al., 2017).

Em todo o mundo, mais de 12 milhões de hectares são cultivados com feijão caupi com uma produção anual de grãos superior a 6,9 milhões de toneladas (DUROJAYE et al., 2019). Essa cultura é fonte importante de proteína dietética de boa qualidade para

milhões de pessoas que vivem em regiões semiáridas (AWIKA; DUODU, 2017). Estima-se como base na massa seca, que os grão de feijão caupi contém 23,4% de proteína, 1,8% de gordura e 60,3% de carboidratos, além de ser uma importante fonte de cálcio e ferro (GUPTA et al., 2019).

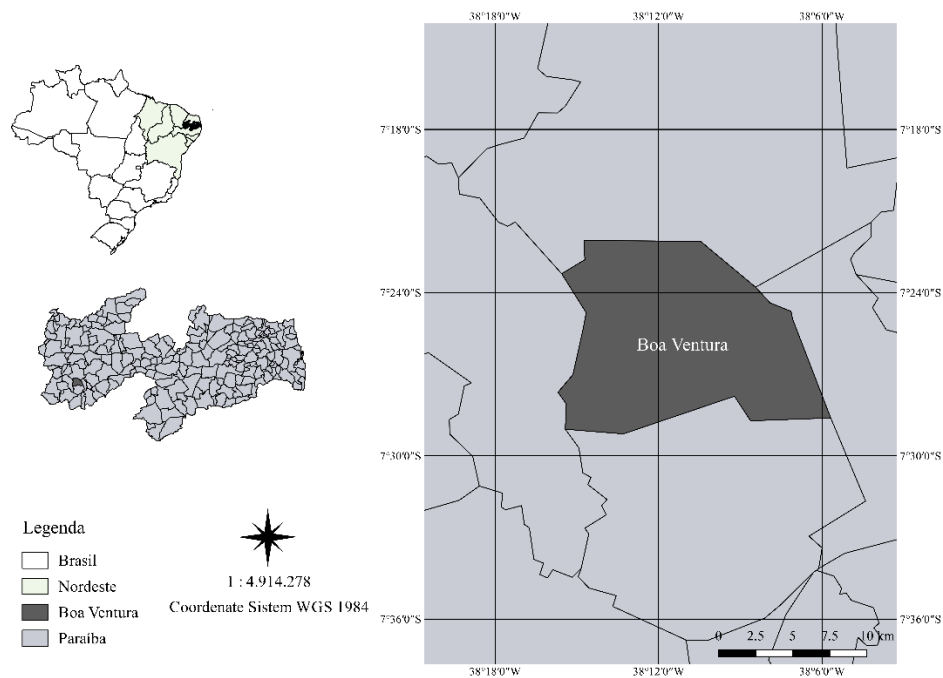
Essa cultura se desenvolve bem em locais não adequados para o crescimento da maioria das outras leguminosas alimentares, devido a sua resistência ao calor e tolerância à seca, tornando-o uma cultura potencial em um cenário de mudança climática (AWIKA; DUODU, 2017).

O feijão caupi é cultivado extensivamente em 16 países, Nigéria e Níger juntos produzem 49,3% da safra mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial (RASHWAN; HELALY, 2015). No Brasil, o feijão caupi é uma cultura muito importante para os sistemas agrícolas do nordeste brasileiro, principalmente os sistemas agrícolas familiares, ocupando mais de 1,2 milhão de hectares anuais (MARINHO et al., 2017). No entanto, embora dotado de grande importância socioeconômica, essa cultura nessa região é negativamente afetada por uma série de estresses bióticos e abióticos, que alteram o crescimento e o desenvolvimento vegetal (FREITAS et al., 2013)

Embora seja uma cultura tolerante à seca quando comparado a outras culturas, a produtividade do feijão caupi pode ser prejudicada por chuvas irregulares no início e no final da estação chuvosa, fenômeno comum nos trópicos semiáridos onde o feijão-caupi é cultivado (BOUKAR et al., 2018). Ademais, a grande irregularidade das chuvas e o manejo inadequado empregado, em que normalmente adotam-se níveis tecnológicos baixos nos sistemas de cultivo, levam essa cultura a apresentar elevada susceptibilidade a eventos climáticos (BATISTA et al., 2018). No atual cenário de mudança climática, o padrão de chuvas nessas regiões tende a apresentar ainda mais irregularidades, exigindo que sejam feitos esforços para aumentar o nível de tolerância à seca nas variedades atualmente cultivadas pelos agricultores (BOUKAR et al., 2018).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Boa Ventura é um município pertencente ao estado da Paraíba, localiza-se nas coordenadas 7° 24' 43" Sul e 38° 12' 33" Oeste. Está inserido na mesorregião do Sertão Paraibano, na microrregião de Itaporanga (Figura 1) e na bacia hidrográfica do rio Piranhas, sub-bacia do rio Piancó. Ocupa uma área de 170,58 km<sup>2</sup> e tem uma população de 5423 habitantes (IBGE, 2018).



**Figura 1.** Localização do município de Boa Ventura, Paraíba.

O município apresenta clima do tipo Bsh – semiárido quente e seco (KÖPEN, 1936), com média climatológica de 942,6 mm anuais (AESA, 2019). A vegetação local é de caatinga xerofítica, destacando-se a presença de cactáceas, arbustos e árvores de pequeno a médio porte. Os solos são em sua maioria do tipo Podizólico Vermelho-Amarelo de composição arenoargilosa, tendo-se localmente latossolos e porções restritas de solos de aluvião (CPRM, 2005).

As informações referentes ao cultivo de feijão em Boa Ventura, no período de 2002 a 2016, foram obtidas através do banco de dados da Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária do IBGE, sendo para isso utilizado o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Os valores relativos à precipitação pluviométrica no período estudado, foram obtidos junto ao site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

As correlações entre dados de precipitação e dados de produção agrícola para a cultura do feijão no município foram realizadas pela correlação de Pearson ( $r$ ). O coeficiente de correlação de Pearson é uma medida de associação linear entre duas variáveis, não implicando numa relação de causa e efeito, mas sim em uma medida da intensidade de um relacionamento linear entre essas variáveis (NASCIMENTO JUNIOR; SANT'ANNA NETO, 2016).

$$R = \frac{\sum X.Y - \frac{\sum X \sum Y}{n}}{\sqrt{\left[ \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right] \left[ \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]}}$$

Em que:

n - número de variáveis observadas

$\sum(Y.X)$  - somatório dos resultados das multiplicações dos valores da variável X pela respectiva Y;

$\sum X. \sum Y$  - soma dos valores da variável X multiplicado pela soma dos valores da variável Y;

$\sum X^2$  - somatório dos quadrados dos valores de cada variável X;

$(\sum X)^2$  - quadrado do somatório dos valores da variável X;

$\sum Y^2$  - somatório dos quadrados dos valores de cada variável Y;

$(\sum Y)^2$  - quadrado do somatório dos valores da variável Y.

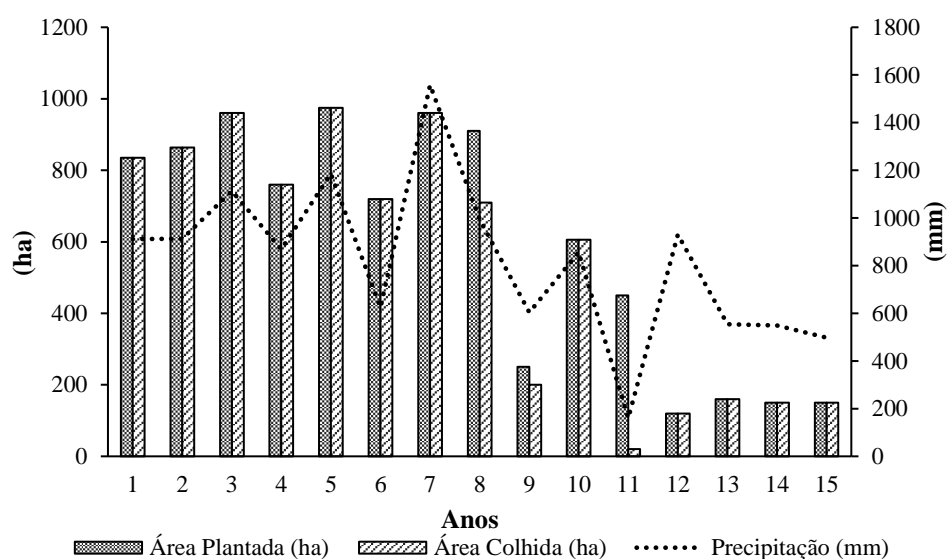
Após encontrado os valores de correlação, esses passaram pelo teste de significância de T-Student para verificar se as correlações têm ou não significância estatística diante do tamanho da amostra.

Para analisar a influência da precipitação sob as variáveis de produção da cultura do feijão realizou-se a análise descritiva de componentes principais (ACP). Esse tipo de análise consiste em uma técnica multivariada exploratória, qual fornece as ferramentas adequadas para identificar as variáveis mais importantes no espaço das componentes principais amostradas (FRITZSONS et al., 2011). O programa estatístico utilizado foi o R (The R project for Statistical Computing).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Boa Ventura apresentou áreas plantadas de feijão variando entre 120 ha (2013) a 975 ha (2006) (Figura 2). É perceptível que a precipitação foi um fator determinante na redução das áreas cultivadas com esse grão (Tabela 1). Observou-se uma redução brusca das áreas plantadas entre 2012 e 2016, período que se caracterizou por apresentar umas das maiores secas da história do Nordeste (ROSSATO et al., 2017).

Deve-se considerar que o ano de 2013 apresentou bons índices pluviométricos (929,9 mm), todavia, foi o ano que apresentou a menor área plantada no período em estudo, o que se deve possivelmente aos péssimos resultados produtivos obtidos em 2012 associados as chuvas tardias durante o período de plantio. De modo geral, a ocorrência de volumes satisfatórios de precipitação pluviométrica no início da estação chuvosa, motiva os agricultores a ampliarem a sua área de produção, comportamento inverso ao observado quando se tem uma situação de irregularidades de chuvas nesse período (BATISTA et al., 2018).



**Figura 2.** Área plantada e colhida de feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.

Os números de 1 a 15 representam os anos de 2002 a 2016 respectivamente.

A área colhida acompanhou a área plantada, com exceção dos anos de 2009, 2010 e 2012, nesse último ano, especificamente, a área colhida foi de apenas 4,4% da área plantada, valor esse derivado das perdas expressivas ocasionadas pela ocorrência dos menores valores de precipitação (159,8 mm) do período de 15 anos de estudo. Resultado corroborado pela forte correlação (Tabela 1) entre essas duas variáveis.

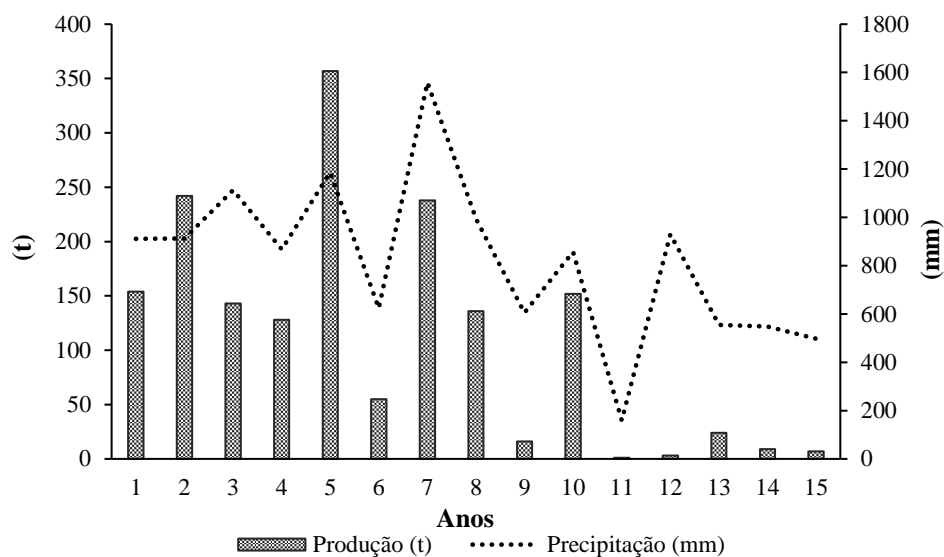
**Tabela 1.** Coeficientes de correlação linear entre variáveis de produção do feijão e a precipitação do município de Boa Ventura, Paraíba. O teste de T-Student mostra as correlações que apresentaram significância estatística.

Variável de Produção	Coeficiente de correlação	Resultado do Teste de T-Student
Área Plantada (ha)	0,68	Com Significância
Área Colhida (ha)	0,79	Com Significância
Produção (t)	0,77	Com Significância
Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )	0,67	Com Significância

Correlações positivas entre precipitação e área colhida de feijão também foram observadas por Farias et al. (2017) no município de Boqueirão, também no estado da Paraíba. Para esse município, a área colhida com feijão passou de 700 ha em 2011 para 0 ha em 2012, refletindo diretamente na economia local, uma vez que essa é uma das culturas que garantem a subsistência da população dessa região.

Observaram-se grandes variações na quantidade de feijão produzida, com valores oscilando entre 1 (2012) e 357 toneladas (2006). Observou-se uma correlação de 0,77 entre essa variável e a precipitação, evidenciando assim a forte dependência da ocorrência de chuvas no município para a produção de maiores quantidades desse grão. Correlação similar entre precipitação e a produção de feijão foi observada por Silva e Silva (2016) em Aiuaba, no Semiárido cearense, em que a precipitação pluviométrica teve influência de 80% sobre a produção final desse grão, sendo que segundo esses autores, o valor restante para o total de 100% é oriundo de parâmetros como falta de tecnologia, maquinário, solo, sementes, investimentos etc.

Silva e Almeida (2016), ao analisarem as relações entre a variabilidade da precipitação e a produção agrícola no estado de Pernambuco entre os anos de 2000 e 2013, também observaram resposta positiva da produção de feijão a precipitação, com o aumento da quantidade produzida em anos em que a precipitação média foi mais elevada, comportamento inverso ao verificado em anos de baixa precipitação pluviométrica. Esses autores também reportam a obtenção dos piores resultados produtivos para o ano de 2012, ano que se configurou como um dos mais secos das últimas décadas.



**Figura 3.** Produção de feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.

Os números de 1 a 15 representam os anos de 2002 a 2016 respectivamente.

Como a distribuição regular de chuvas durante o plantio influencia na área plantada, essa variável irá refletir diretamente na área colhida e conseqüentemente na produção final, isso se os padrões de precipitação de mantiverem constantes e em nível adequado as necessidades hídricas da cultura. No entanto, mesmo quando os padrões de precipitação pluviométrica são iguais ou superiores à média climatológica local, mudanças na variabilidade da precipitação no período de crescimento das culturas podem ter um efeito significativo na produção agrícola, o que se deve ao fato de que qualquer anormalidade ou atraso na precipitação pode dificultar o crescimento e, conseqüentemente, reduzir a produção (KAHSAY; HANSEN et al., 2016).

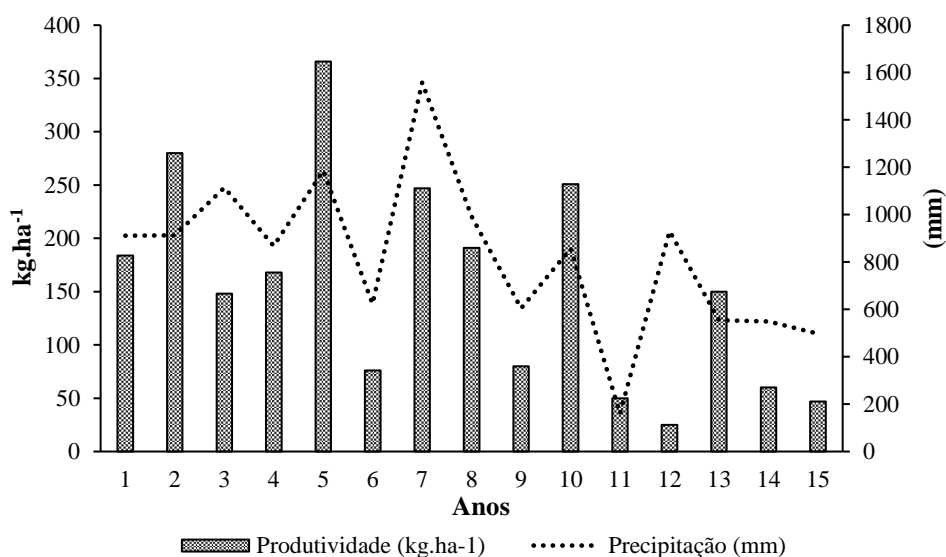
Observou-se uma correlação significativa de 0,69 entre a precipitação pluviométrica e a produtividade do feijão caupi no município de estudo, resultados que demonstram a importância dessa variável climática para a agricultura local. A chuva é um fator determinante para a produção agrícola no estado da Paraíba, com redução drástica da produção agrícola do estado, principalmente nos anos de pouca chuva (SILVA et al., 2011).

Dias e Silva (2014), em estudo com a cultura do milho nos municípios da macrorregião Cariri-Centro Sul do Ceará, também observaram uma correlação positiva entre a precipitação e a produtividade dessa cultura, e indicaram que essa variabilidade da precipitação afeta socioeconomicamente a região, a produção e a população.



Resultados que atestam assim que períodos de estiagem prolongada não atingem apenas os aspectos produtivos de uma cultura agrícola, mais também os aspectos sociais, podendo levar a problemas como o êxodo rural, ou a busca de outras fonte de renda na propriedade, como por exemplo, a exploração de lenha da Caatinga, contribuindo para a degradação desse ecossistema (SANTOS et al., 2017).

Os maiores valores de produtividade do feijão caupi foram observados no ano de 2006, em que se obteve 366 kg de feijão por hectare, ano que também apresentou a maior área plantada, área colhida e precipitação acima da média (Figura 4). Ainda assim, esse valor de produtividade foi inferior ao relatado por Silva e Neves (2011), quem em trabalho com essa mesma espécie em regime de sequeiro, obtiveram valores médios de rendimento de 851,9 kg.ha<sup>-1</sup>, já sob irrigação, esses mesmos autores obtiveram médias de 1436,36 kg.ha<sup>-1</sup> para essa cultura.

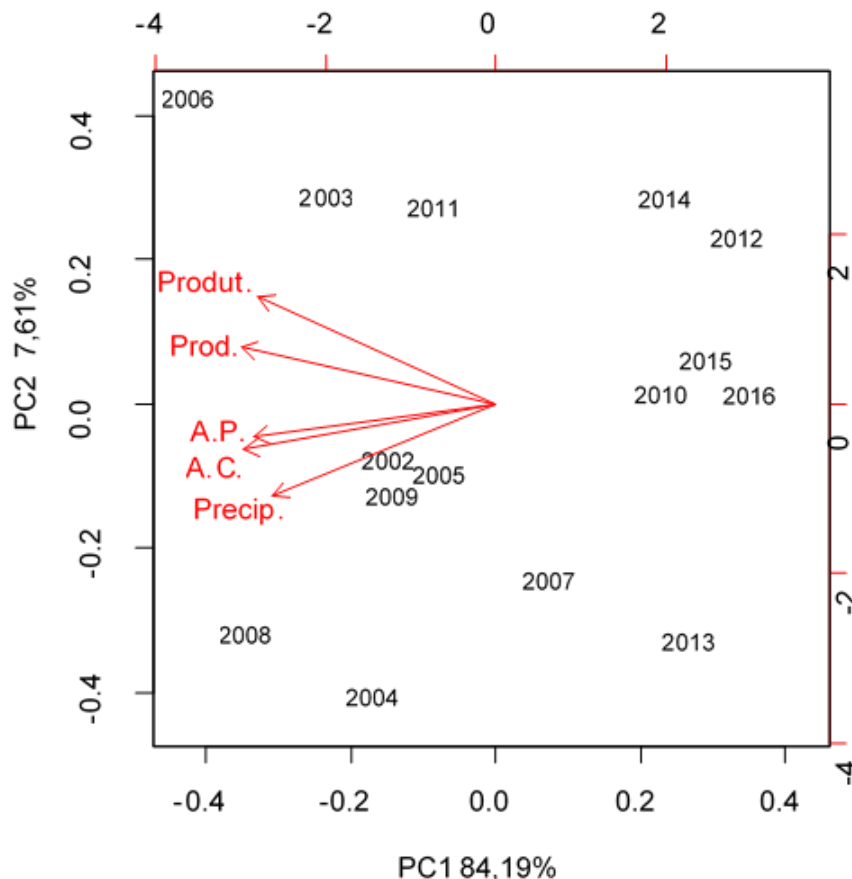


**Figura 4.** Produtividade média do feijão e precipitação pluviométrica no município de Boa Ventura, Paraíba.

Os números de 1 a 15 representam os anos de 2002 a 2016 respectivamente.

Os baixos valores de produtividade observados para Boa Ventura estão atrelados diretamente a baixa tecnificação desse sistema produtivo no município, realidade que também é comum em grande parte das regiões produtoras de feijão no Semiárido do Brasil, cuja agricultura majoritariamente de base familiar, faz uso reduzido de insumos e aparatos tecnológicos, contribuindo assim para a obtenção de baixos índices produtivos (SOUZA, et al., 2013).

A Análise de Componentes Principais (ACP) registrou 91,8 % de explicação nos dois primeiros eixos (Figura 5). Para o eixo 1, que explica 84,19 % da variância original, as variáveis com maior associação foram precipitação ( $r = -0,41$ ), área colhida ( $r = -0,46$ ) e produção ( $r = -0,47$ ). Resultados que demonstram a forte relação entre essas três variáveis, indicando mais uma vez a forte dependência entre os aspectos de cultivo e produtivos dessa cultura e a ocorrência de índices pluviométricos satisfatórios. Batista et al. (2018) ao utilizarem ACP para correlacionar precipitação pluviométrica e aspectos produtivos da cultura do feijão no município de Itaporanga, Paraíba, entre os anos de 2005 e 2015, observaram que a ocorrência de chuvas dentro da média climatológica foi um fator que afetou decisivamente na obtenção de maiores produções dessa cultura. Através da ACP também se observou a formação de um agrupamento com os anos de 2010, 2012, 2014, 2015 e 2016, anos em que se observou os menores valores de precipitação pluviométrica e os piores indicadores produtivos para a cultura em estudo.



**Figura 5.** Análise de Componentes Principais (ACP). A.C. = Área Colhida; A.P.= Área Plantada; Precip. = Precipitação Pluviométrica; Prod. = Quantidade Produzida; Product. = Produtividade Média.

No eixo 2 que explica 7,61 % da variância original, observa-se uma relação inversa entre a precipitação ( $r = -0,56$ ) e a produtividade ( $r = 0,66$ ). Os anos de 2004 e 2008 apresentaram precipitação superior a 1000 mm, no entanto, seus resultados produtivos para a cultura do feijão foram inferiores a alguns anos com precipitação inferior. Embora a chuva seja um fator determinante, o excesso de água no solo pode causar danos à cultura do feijão, o que se deve a fatores como uma drenagem deficiente, levando a problemas como a deficiência de oxigênio disponível no solo à planta, o que pode comprometer suas atividades metabólicas, bem como pode levar a prejuízos na germinação e no desenvolvimento e estabelecimento do sistema radicular do feijoeiro (PEREIRA et al., 2014), assim como criar um ambiente favorável ao aparecimento de patógenos prejudiciais a essa cultura (SORATTO et al., 2003).

## 6. CONCLUSÕES

A produção de feijão caupi em Boa Ventura mostrou-se fortemente dependente dos padrões de precipitação pluviométrica. A ocorrência de anos com chuvas inferiores à média climatológica leva a perdas expressivas sobre a produção dessa cultura no município. Diante desse cenário, torna-se necessário o desenvolvimento de estratégias de produção que diminuam a dependência dos fatores climáticos, além de se buscar a tecnificação desse seguimento, como por exemplo, através do uso de práticas como a irrigação.

## REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 15 de junho de 2019.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. **Climatic Change**, v. 140, n. 1, p. 33-45, 2017.

ALVALA, R.; CUNHA, A. P.; BRITO, S. S.; SELUCHI, M. E.; MARENGO, J. A.; MORAES, O. L.; CARVALHO, M. A. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 21, n. 1, epub 16, 2017.

AWIKA, J. M.; DUODU, K. G. Bioactive polyphenols and peptides in cowpea (*Vigna unguiculata*) and their health promoting properties: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 38, p. 686-697, 2017.

AZEVEDO, S. C. D.; CARDIM, G. P.; PUGA, F.; SINGH, R. P.; SILVA, E. A. D. Analysis of the 2012-2016 drought in the northeast Brazil and its impacts on the Sobradinho water reservoir. **Remote sensing letters**, v. 9, n. 5, p. 438-446, 2018.

BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA FILHO, J. A.; SOUSA, J. I.; FELIX, R. J. S.; SILVA, J. L. C. Influence of rainfall variability on bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in a municipality of Brazilian semiarid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018.

BOUKAR, O.; BELKO, N.; CHAMARTHI, S.; TOGOLA, A.; BATIENO, J.; OWUSU, E. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. **Plant Breeding**, v. 137, n. 3, p.1-10, 2018.

CASAGRANDE, A.; SOUZA, E. B. C. O espaço e a demografia: o planejamento regional em perspectiva nas margens paranaenses do Lago de Itaipu. **Sociedade e Território**, v. 24, n. 1, p. 2-27, 2012.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. **Diagnóstico do município de Boa Ventura, estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 20 p.

DIAS, R. S.; SILVA, D. F. Relação entre variabilidade pluviométrica, indicadores socioeconômicos e produção agrícola no Cariri/Centro Sul cearense. **Ambiência**, v.1, n.2, p. 345-358, 2015.

DUROJAYE, H. A.; MOUKOUMBI, Y. D.; DANIA, V. O.; BOUKAR, O.; BANDYOPADHYAY, R.; ORTEGA-BELTRAN, A. Evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) landraces to bacterial blight caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *vignicola*. **Crop Protection**, v. 116, p. 77-81, 2019.

FARIAS, A. A.; SOUSA, F. A. S.; MORAES NETO, J. M.; ALVES, A. S. Secas e seus impactos no município de Boqueirão, PB, Brasil. **Ambiente & Água**, v.12, n.2, p.316-330, 2017.

FREITAS, R. M. O.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; LEAL, C. C. P.; FARIAS, R. M. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de sistemas de plantio e estresse hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 370-376, 2013.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no Estado do Paraná. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 23, p. 555-572, 2011.

GUPTA, R. K.; ARYA, M.; KUMAR, A.; KUMARI, P. Study on Genetic Variability in Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. **Current Journal of Applied Science and Technology**, v. 33, n. 2, p. 1-8, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos**. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/boa-ventura/panorama>. Acesso em 10 de junho de 2019.

KAHSAY, G. A.; HANSEN, L. G. The effect of climate change and adaptation policy on agricultural production in Eastern Africa. **Ecological Economics**, v. 121, p. 54-64, 2016.

KOPPEN, W. Dasa geographi SC system der klimate. In: Koppen. W.; Geiger, R. **Handbuch der klimatologia**. Berlim: Gerdrulier Borntraeger, v.1, Part, 1936. 44p.

LIMA, P. V. P. S.; MENDES, C. M.; ROCHA, L. A.; OLIVEIRA, M. R. R. No Rastro da Vulnerabilidade às Secas: Uma Análise da Produção de Grãos no Semiárido Brasileiro. **REDM**, v. 19, n. 1, p.183-196, 2016.

LINDOSO, D.; EIRÓ, F.; ROCHA, G. D. Desenvolvimento Sustentável, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança Climática no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso no Sertão do São Francisco. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 44, n. especial, p. 301-332, 2013.

LO, S.; MUNOZ-AMATRIAIN, M.; BOUKAR, O.; HERNITER, I.; CISSE, N.; GUO, Y. N. et al. Identification of genetic factors controlling domestication-related traits in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **bioRxiv**, p. 202044, 2017.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**, v. 129, n. 1-2, p. 103-115, 2015.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MARINHO, R. D. C. N.; FERREIRA, L. D. V. M.; SILVA, A. F. D.; MARTINS, L. M. V.; NÓBREGA, R. S. A.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. Symbiotic and agronomic efficiency of new cowpea rhizobia from Brazilian Semi-Arid. **Bragantia**, v. 76, n. 2, p. 273-281, 2017.

MARTINS, M. A.; TOMASELLA, J.; RODRIGUEZ, D. A.; ALVALÁ, R. C.; GIAROLLA, A.; GAROFOLO, L. L. et al. Improving drought management in the Brazilian semiarid through crop forecasting. **Agricultural Systems**, v. 160, p. 21-30, 2018.

NASCIMENTO JÚNIOR, L.; SANT'ANNA NETO, J. L. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico-ODP. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 314-343, 2016.

OCHIENG, J.; KIRIMI, L.; MATHENGE, M. Effects of climate variability and change on agricultural production: The case of small scale farmers in Kenya. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 77, p. 71-78, 2016.

OLAYIDE, O. E.; TETTEH, I. K.; POPOOLA, L. Differential impacts of rainfall and irrigation on agricultural production in Nigeria: Any lessons for climate-smart agriculture?. **Agricultural water management**, v. 178, p. 30-36, 2016.

PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. **Estudos Avançados**, v. 29, n. 84, p. 115-137, 2015.

PEREIRA, V. G. C.; GRIS, D. J.; MARANGONI, T.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D.; GRZESIUCK, A. E. Exigências agroclimáticas para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 1, p. 32-42, 2014.

R DEVELOPMENT CORE TEAM.R Foundation For Statistical Computing. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Viena, Áustria. 2006. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em 10 de junho de 2019.

RASHWAN, A. M. A.; HELALY, A. A. Genetic improvement for yield and its components in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) via cycles of selection program. **Journal of American Science**, v. 11, n. 1s, p. 52-58, 2015.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; ZERI, M.; CUNHA, A. P.; PIRES, L.; BARBOSA, H. A. Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, n. 73, p. 1-16, 2017.

SANTOS, E.; MATOS, H.; ALVARENGA, J.; SALES, M. C. L. A Seca no Nordeste no Ano de 2012: Relato Sobre a Estiagem na Região e o Exemplo de Prática de Convivência com o Semiárido no Distrito de Iguaçú/Canindé-CE. **Revista Geonorte**, v.1, n.5, p.819 – 830, 2012.

SANTOS, J. P. O; SILVA JÚNIOR, J. M.; SILVA FILHO, J. A.; SILVA, J. L. C., RIBEIRO, J. K. R.; OLIVEIRA, F. I. F. Environmental Degradation and Risk of Desertification in Alto Sertão Region, Alagoas State, Brazil. **Geama**, v. 3, n. 4, p. 191-195, 2017.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 03 de junho de 2019.

SILVA, G.; SILVA, D. Análise da Influência Climática Sobre a Produção Agrícola no Semiárido Cearense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.2, p. 643-657, 2016.

SILVA, G.; SILVA, D. Análise da Influência Climática Sobre a Produção Agrícola no Semiárido Cearense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.2, p. 643-657, 2016.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 702-713, 2011.

SILVA, M.; NÓBREGA, J.; GOMES, O.; BRITO, J. Estudo da Relação entre Monitoramento Climático e a Produção Agrícola de Grãos nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 2, p.322-335, 2011.

SILVA, T. J. J.; ALMEIDA, F. F. Relações entre a variabilidade da precipitação pluviométrica e a produção agrícola no estado de Pernambuco entre 2000 e 2013. **Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 1, p. 26-33, 2017.

SORATTO, R. P.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. B. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 89-96, 2003.

SOUZA, A. C.; RIBEIRO, R. P.; JACINTO, J. T. D.; CINTRA, A. D. A. R.; AMARAL, R. S.; SANTOS, A. C.; MATOS, F. S. Consórcio de pinhão manso e feijoeiro: alternativa para agricultura familiar. **Agrarian**, v.6, n.19, p.36-42, 2013.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **RESOLUÇÃO N ° 115/2017**. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/images/arquivos/conselhodeliberativo/resolucoes/resolucao115-23112017-delimitacaodosemiarido.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2019.

TEIXEIRA, C. T. M.; PIRES, M. L. L. S. Análise da Relação Entre Produção Agroecológica, Resiliência e Reprodução Social da Agricultura Familiar no Sertão do Araripe. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 1, p. 47-64, 2017.

TINÔCO, I. C. M.; BEZERRA, B. G.; LUCIO, P. S.; BARBOSA, L. D. M. Caracterização dos padrões de precipitação no Semiárido brasileiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 397-409, 2019.