



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

LAURA CUNHA REBOUÇAS LESSA

**INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA *VERSUS* PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM
ÁREAS SUJEITAS A DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE: OS
CASOS DE ARNEIROZ E MIRAÍMA**

FORTALEZA - CE

2019

LAURA CUNHA REBOUÇAS LESSA

**INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA *VERSUS* PRODUÇÃO AGRÍCOLA EM
ÁREAS SUJEITAS A DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE: OS
CASOS DE ARNEIROZ E MIRAÍMA**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lessa, Laura Cunha Rebouças.

Instabilidade pluviométrica versus produção agrícola em áreas sujeitas a desertificação no semiárido cearense : os casos de Arneiroz e Miraima / Laura Cunha Rebouças Lessa. – 2019.

49 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos.

1. Agricultura familiar. 2. Produção de alimentos. 3. Instabilidade hídrica. 4. Desertificação. 5. Semiárido cearense. I. Título.

CDD 630

LAURA CUNHA REBOUÇAS LESSA

Instabilidade pluviométrica *versus* produção agrícola em áreas sujeitas a desertificação no semiárido cearense: os casos de Arneiroz e Miraíma

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 22 / 11 / 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Filomena Nádia Rodrigues Bezerra
Doutoranda em Economia Rural pela Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. João Costa Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Maria Leuda Cunha

Rebouças e Francisco Evaneldo Lessa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e por ficar comigo nos momentos de angústia e desespero, não me deixando desistir.

A toda minha família e em especial a minha mãe e meu padrasto, Leuda e Evaneldo, por sempre acreditarem em mim e terem feito de tudo para me criar e educar com tanta maestria. Amo vocês.

A minha irmã, Monalisa, que ocupa o cargo de minha melhor amiga e companheira nas maratonas de séries e que, apesar de morrer de saudades, entendeu minha ausência, principalmente nos meses finais de curso.

A vovó Quinha, por também ter me criado, puxado minha orelha quando preciso e acreditado na minha capacidade quando ninguém mais acreditou.

Ao Prof. Dr. José Lemos, por ser meu orientador durante a graduação, no trabalho de conclusão de curso e além disso, por ser um grande exemplo de vida e perseverança.

Ao Laboratório do Semiárido (LabSar) e todos os seus membros, aquela salinha quente se tornou minha segunda casa.

Aos membros da banca, pela disponibilidade e todas as considerações realizadas, me ajudando a melhorar este trabalho.

A todos meus companheiros de graduação e amigos para toda a vida, Ana Maria, André, Cleber, Érica, Reijane, Lucas, Lázaro, Pedro, Janyce e Vitória, por todas as saídas, brigas, risadas e por permanecermos sempre juntos, mesmo com todas as nossas diferenças.

Ao Lucas, por ter sido meu melhor amigo, confidente, companheiro e alma gêmea (risos), definitivamente, é o meu irmão de outra mãe.

Ao Clube dos cinco (André, Ana Maria, Érica, Reijane e eu), que se formou após uma reprovação. Seguimos juntos durante toda a graduação, combinamos disciplinas, equipes de trabalho, dormimos juntos em todas as viagens, brigamos e, acima de tudo, viramos amigos para além dos limites da UFC. Vocês são pessoas incríveis e se tornarão profissionais maravilhosos, lhes desejo todo sucesso do mundo.

A Universidade Federal do Ceará, por ter sido uma peça crucial na minha formação pessoal e profissional.

E a todos aqueles que de alguma forma, ajudaram na construção desse trabalho.

“Jamais poderão aprisionar nossos sonhos!” (Luiz Inácio Lula da Silva)

RESUMO

As instabilidades hídricas causam instabilidades nas produções de lavouras de sequeiro, tais como a de feijão, mandioca e milho, cultivadas no Semiárido brasileiro, em especial em municípios que sofrem com os efeitos do processo de desertificação. O presente trabalho objetivou estudar como se comportam as distribuições de chuvas nos municípios de Arneiroz e Miraíma, relativamente ao que acontece no Ceará, bem como o comportamento das variáveis envolvidas na produção de feijão, mandioca e milho em municípios selecionados por estarem incluídos em áreas sujeitas à desertificação (ASD). As variáveis estudadas foram: precipitações pluviométricas, área colhida, produção e produtividade das culturas de feijão, mandioca e milho no período de 1974 a 2017 e foram enquadradas em três diferentes regimes pluviométricos (estiagem, normal e chuvoso). Avaliou-se as probabilidades de ocorrência de cada regime, coeficientes de variação e as taxas geométricas de crescimento para as variáveis relacionadas às culturas estudadas. Nos dois municípios, observou-se maior probabilidade de ocorrência de períodos de estiagem. As instabilidades pluviométricas e das variáveis áreas colhidas, produtividades e produções das lavouras se mostraram elevadas. Em Arneiroz apenas as taxas geométricas de crescimento de área colhida de produtividade se mostraram negativas. Em Miraíma, observou-se que as áreas colhidas com feijão apresentaram taxas negativas de crescimento entre 1974 e 2017. As demais variáveis se apresentaram estagnadas. A pesquisa conclui que as instabilidades climáticas se traduzem para aquelas associadas às produções de feijão, mandioca e milho nos municípios estudados.

Palavras-chave: Agricultura familiar. Produção de alimentos. Instabilidade hídrica. Desertificação. Semiárido cearense.

ABSTRACT

Hydraulic instability causes instability over the production of rainfed crops, such as beans, cassava and corn, cultivated in the Brazilian semiarid, especially in municipalities that suffer from the effects of the desertification process. The present search aimed to study how rainfall distributions in the municipalities of Arneirós and Miraima behave in relation to what happens in Ceará State, as well as the behavior of the variables involved in the production of beans, cassava and maize in these selected municipalities because they are included in Areas. Subjected to Desertification (ASD). The variables studied are: rainfall, harvested area, and yield of beans, cassava and corn from 1974 to 2017. The climate of these municipalities were classified into three different rainfall regimes (drought, normal and rainy). The probabilities of occurrence of each regime, coefficients of variation and geometric growth rates for the variables related to the studied cultures were evaluated. In both municipalities, it was observed a higher probability of drought periods. Rainfall instability and the variables harvested areas, yields and crop yields also were high. In Arneirós only the geometric rates of growth of harvested area and productivity were negative in beans, cassava and corn. In Miraíma, it was observed that the areas harvested with beans showed negative growth rates between 1974 and 2017. The other variables were stagnant in that period. The research concludes that climatic instabilities translate to those associated with the production of beans, cassava and corn in the municipalities studied.

Keywords: Family farming. Food production. Water instability. Desertification. Ceará Semiarid.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-	Comportamento das chuvas em Arneiroz entre os anos de 1974 e 2017.....	35
Gráfico 2-	Comparação das chuvas anuais e de janeiro - junho no município de Arneiroz entre 1974 e 2017.....	36
Gráfico 3-	Comportamento das chuvas em Miraíma entre os anos de 1974 e 2017.....	40
Gráfico 4-	Comparação das chuvas anuais e de janeiro - junho no município de Miraíma entre 1974 e 2017.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação pluviométrica em Arneiroz no período de 1974 a 2017.....	34
Tabela 2 - Estatísticas descritivas para o município de Arneiroz.....	36
Tabela 3 - Classificação pluviométrica em Miráima no período de 1974 a 2017.....	39
Tabela 4 - Estatísticas descritivas para o Município de Miráima.....	41
Tabela 5 - Estimativas para as Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) das áreas colhidas e produtividades de feijão, mandioca e milho em Arneiroz e Miráima entre 1974 e 2017.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Limites para os períodos de estiagem, normalidade e chuvoso para o estado do Ceará	32
Quadro 2 - Classificação do CV de acordo com sua amplitude.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASD	Área Suscetível a Desertificação
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CV	Coefficiente de Variação
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPECE	Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MIN	Ministério da Integração Nacional
mm	Milímetros
MMA	Ministério do Meio Ambiente
PAE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação
PAM	Pesquisa Agrícola Municipal
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TGC	Taxa Geométrica de Crescimento

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- °C Graus Celsius

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1. Delimitação e caracterização do semiárido brasileiro	18
3.1.1 Delimitação do Semiárido brasileiro	19
3.1.2. Caracterização climática do semiárido brasileiro	19
3.1.3. Ocorrência de desertificação no semiárido brasileiro.....	23
3.2 Lavouras de sequeiro no semiárido brasileiro	24
3.2.1. Lavoura de feijão	25
3.2.2. Lavoura de mandioca	26
3.2.3 Lavoura de milho.....	28
4. METODOLOGIA.....	29
4.1 Matriz de dados	29
4.2 Caracterização da área de estudo	30
4.2.1 Características do município de Arneiroz.....	30
4.2.2 Características do município de Miraíma.....	31
4.3 Procedimentos metodológicos utilizados	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Resultados obtidos para o município de Arneiroz	34
5.2 Resultados obtidos para o município de Miraíma	38
5.3 Estimação das Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) para Arneiroz e Miraíma	43
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

O semiárido é um tipo de ecossistema que se caracteriza pelo baixo índice pluviométrico, elevadas temperaturas anuais, não sendo homogêneo quanto à paisagem e aos recursos naturais. A particularidade predominante nessa área é a grande instabilidade climática, traduzida na má distribuição espacial e temporal das chuvas. Na maior parte do ano não chove e a umidade relativa do ar é muito baixa. Geralmente as chuvas se concentram nos primeiros três a quatro meses do ano com probabilidade de ocorrência de grandes períodos de estiagem ou chuvas mais escassas no restante do ano. Esse fator, por vezes se torna mais importante que os totais pluviométricos sazonais. Uma característica adicional do semiárido é a intermitência temporal das chuvas. É comum a ocorrência de anos sem chuvas. (LEMOS, 1995; MARENGO *et. al*, 2011 LEMOS, BEZERRA, 2019).

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MI, 2017) Semiárido brasileiro oficialmente reconhecido pelo Governo Federal é composto por 1.262 municípios situados em todos os estados da região Nordeste brasileira, bem como no norte de Minas Gerais, com população total estimada pelo IBGE para 2017, num total de 27.870.241 habitantes. Este é o resultado da última delimitação feita pelo Conselho Deliberativo da SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) em novembro de 2017. De acordo com a deliberação citada, o Ceará passou a ter 175 dos seus 184 municípios (95%) reconhecidos pelo Governo Federal como parte do Semiárido oficialmente definido.

O semiárido brasileiro pode ser muito bem caracterizado por suas condições climáticas, principalmente no que se refere a instabilidade pluviométrica. No entanto, para além dessa caracterização, também há a degradação ambiental, que pode avançar de uma forma inexorável e provocar, no limite, a desertificação no meio ambiente. Nessa região, os fatores naturais mais relevantes que influenciam na degradação da terra estão relacionados ao elevado escoamento superficial, às altas temperaturas, à evaporação elevada, às chuvas concentradas que encontrando solos descobertos se tornam erosivas, além dos períodos secos e prolongados. (BRASIL, 2004).

Desde muito tempo, a ocupação humana e a exploração dos recursos naturais vêm impactando as regiões secas do País, sobretudo a região semiárida. Essa exploração

muito se dá por meio de práticas agrícolas inadequadas. As práticas utilizadas no preparo das terras geralmente usam o fogo como fonte de limpeza, isso provoca a degradação da terra, a perda da cobertura vegetal nativa e a redução da disponibilidade de água.

No Nordeste como um todo, em especial no Ceará, a agricultura de sequeiro se mostra de grande importância para os agricultores locais, sobretudo para aqueles que praticam a agricultura de subsistência, pois representa a sua base alimentar e econômica. A agricultura de sequeiro consiste em se cultivar em lugares onde a disponibilidade hídrica é mínima, dependendo-se das chuvas para dar continuidade a produção. Como as chuvas se tornam imprescindíveis nessas lavouras em todas as etapas do seu desenvolvimento, no estado do Ceará as culturas são implantadas no início da época chuvosa, que geralmente ocorre entre os meses de janeiro a junho, com os agricultores tendo a expectativa de que as chuvas acontecerão durante o processo vegetativo das culturas, sobretudo as anuais, que se estende até junho de cada ano.

Tendo em vista a grande presença da instabilidade pluviométrica no Ceará, a presente pesquisa visa estudar como se comportam as distribuições de chuvas nos municípios selecionados relativamente ao que acontece no Ceará, bem como o comportamento das variáveis envolvidas na produção de feijão, mandioca e milho em municípios selecionados por estarem incluídos em áreas sujeitas à desertificação (ASD), tal como definidas pelo Ministério do Meio Ambiente. (MMA, 2007)

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as precipitações pluviométricas e as variáveis associadas à produção de feijão, mandioca e milho dos municípios de Arneiroz e Miraíma, no período de 1974 a 2018.

2.2 Objetivos específicos

- a) Aferir as estatísticas descritivas associadas as precipitações pluviométricas anuais observadas nos municípios de Arneiroz e Miraíma no período de 1974 a 2017;
- b) Estimar as probabilidades de ocorrências dos regimes pluviométricos de diferentes intensidades, no período sob investigação;

- c) Mensurar, comparativamente, as estabilidades/instabilidades das variáveis endógenas, exógenas e construídas que estão associadas às produções de feijão, mandioca e milho em cada um dos regimes pluviométricos criados para os municípios;
- d) Estimar as Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) das áreas colhidas e das produtividades de feijão, mandioca e milho em Arneiroz e Miraíma entre 1974 e 2017.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para propiciar um embasamento ao estudo, apresentam-se neste tópico conceitos e aspectos inerentes que suportam a base empírica da pesquisa que foi realizada. Além disso, discorre-se acerca de características fisiológicas e econômicas das três culturas selecionadas para a pesquisa.

3.1. Delimitação e caracterização do semiárido brasileiro

Nesta subseção, busca-se discorrer acerca das principais características que permeiam a região semiárida brasileira, dentre elas destacam-se o processo de delimitação da região, as principais características de clima, solos e vegetação, bem como o processo de desertificação, muito recorrente no semiárido.

O clima semiárido se caracteriza por apresentar áreas onde a precipitação pluviométrica se mantém em valores bem abaixo das taxas de evapotranspiração potencial, ocasionando constantes déficits hídricos, porém superiores aos encontrados em climas desérticos. Os valores pluviométricos se encontram em torno de 300 a 800 milímetros anuais. Em se tratando de distribuição, a região se espalha pelas bordas dos desertos nos continentes asiático, europeu, africano e pelas Américas do Norte e Sul. No Brasil, este clima se encontra em boa parte da região Nordeste e no norte de Minas Gerais.

Muito devido à grande instabilidade pluviométrica reinante no semiárido, os povos que sobrevivem nessas áreas são assolados por problemas sociais e econômicos ocasionados pela dificuldade no abastecimento de água e com dificuldades de desenvolverem atividades de agricultura, quer no cultivo de vegetais, quer na criação de animais domésticos, o que gera pobreza, más condições de vida e culmina no êxodo

rural, ainda muito presente nesta região.¹

3.1.1 Delimitação do Semiárido brasileiro

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2005), o Semiárido é composto por um conjunto de municípios que devem atender a pelo menos um de três critérios pré-definidos, sendo que estes são:

- a) Precipitação pluviométrica anual igual ou inferior a 800 mm;
- b) Índice de Aridez de Thorntwaite igual ou inferior a 0,50;
- c) Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Sabe-se que o Semiárido brasileiro é composto por Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais e que estes se interligam por possuírem características climáticas e pluviométricas parecidas.

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2017), a região Semiárida brasileira compreende 1.262 municípios, dispostos em uma área de 1.128.697 km², pertencente a dez estados brasileiros. Toda essa região é ocupada por 27.870.241 habitantes, o que representa um relevante número da população brasileira.

3.1.2. Caracterização climática do semiárido brasileiro

O clima tropical semiárido brasileiro é predominantemente caracterizado pela ocorrência de altas variações de temperatura do ar seja ela diária ou sazonal e de grandes massas de ar quentes, carregadas de poeira. Esse clima, também denominado “quente-seco”, apresenta duas estações bem distintas, ocorrendo muitos meses de seca e um curto período de chuva, apresentando radiação direta intensa e baixo teor de umidade relativa do ar (ROMERO, 1988 *apud* MARTINS; BITTENCOURT; KRAUSE, 2012).

Segundo Marengo *et. al.* (2011), o clima semiárido no interior da região Nordeste apresenta, em média, precipitação acumulada inferior a 600 mm/ano. No norte da região, área que abrange a maior parte do semiárido, o período chuvoso ocorre entre os meses de fevereiro a maio.

¹ <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/clima-semiarido>

Correia *et. al.* (2011) argumentam que o valor total anual da precipitação pode não ser muito representativo quanto a qualidade da estação chuvosa, tendo em vista que, para as atividades de agricultura e pecuária, mesmo em anos em que o total de chuva é próximo ou acima da média, podem ocorrer períodos prolongados de estiagem, que se intercalam com episódios de chuvas mais intensas.

Essas irregularidades da chuva, são caracterizadas por seca na época chuvosa, o que causa severos problemas para os pequenos agricultores. Dessa forma, essas variações climáticas causam diversos problemas secundários como a fome, a migração, desemprego e a superlotação das grandes metrópoles, aumentando o índice de pobreza.

Devido à instabilidade pluviométrica reinante na região semiárida, é comum a ocorrência de veranicos, que se caracterizam por uma época seca dentro da estação chuvosa que, de acordo com Moura *et. al.* (2007) se concentra no verão, entre os meses de dezembro e abril na maior parte da região semiárida. Correlacionado às altas taxas de evaporação do solo, que são intensificadas pelos altos níveis de insolação e baixa umidade relativa do ar.

Nimer (1989), afirma que:

“As elevadas taxas de insolação e as altas temperaturas são decorrência da sua posição latitudinal já que a região é submetida a forte radiação solar durante o ano todo. Assim, a maior parte do Nordeste apresenta temperaturas médias que variam entre 26° e 28° C. Apenas áreas situadas em altitude mais elevadas apresentam médias inferiores a 26° C. Em locais mais específicos, influenciados por altitudes superiores a 1000m (em áreas da Chapada Diamantina e da Borborema, por exemplo), as médias são inferiores a 20° C. Além disso, a região apresenta baixa amplitude térmica que varia de 5° C a menos de 2° C, do sul da Bahia ao litoral setentrional” (NIMER, 1989).

Silva *et. al.* (2010), relatam a ocorrência de uma evaporação média de 2.000 mm.ano⁻¹ em toda a região semiárida brasileira. No entanto, as causas para a irregularidade pluviométrica não estão relacionadas apenas com a alta taxa de evaporação existente na região semiárida. Nesse contexto, pode-se dizer que essa região brasileira está localizada próximo ao equador, que possui uma alta taxa de temperatura, ventos irregulares e fortes, mas principalmente a baixa umidade.

As regiões de clima árido e semiárido por muitas vezes apresentam baixo desenvolvimento de seus solos, muito devido aos baixos índices pluviométricos, associados à má regularidade destes ao longo do ano. Além disso, o baixo grau de intemperismo do material de origem dos solos das regiões semiáridas, juntamente com um desenvolvimento pedogenético incipiente ocasiona na formação de solos pouco profundos, porém bastante eutróficos. (NUNES, MEDEIROS, BEIRIGO [201-]). Desse modo, Cunha *et. al.* (2010), pondera que esses solos foram, por muito tempo, considerados inviáveis para a agricultura e, conseqüentemente, à margem do aproveitamento econômico.

Há grandes variações quanto à geologia no ambiente semiárido, porém com predomínio de rochas cristalinas, seguidas de áreas sedimentares. Em menor proporção, encontram-se áreas de cristalino com cobertura pouco espessa de sedimentos arenosos ou areno argilosos. Isto posto, não é difícil encontrar áreas com solos arenosos e profundos próximo de áreas com solos argilosos e rasos. (CUNHA *et. al.*, 2010; MARQUES *et. al.* 2014).

Os solos que apresentam maior expressividade nesta região semiárida brasileira são os Latossolos, os Argissolos, os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, os Planossolos e os Vertissolos. (DA SILVA *et. al.* 2006).

No tocante a vegetação da região semiárida brasileira, Araújo *et. al.* (2005) *apud* Lioila, Roque e Oliveira (2012), destacam que a heterogeneidade associada ao relevo, clima e solo resultam em dois tipos fisionômicos de vegetação dominando na área semiárida: as não florestais e as florestais, que variam quanto à deciduidade foliar, de perenifólias, semidecíduas e decíduas. Ainda segundo os mesmos autores, as fisionomias não florestais são representadas principalmente pela vegetação lenhosa caducifólia espinhosa, conhecida como Caatinga.

O termo caatinga é formado de duas palavras de origem tupi – KAA (floresta, mata) e – TINGA (um sufixo que significa “branco”, “claro”). Esse termo designa um tipo de vegetação arborescente, xerófilo e caducifólio que recobre as terras semiáridas do Nordeste brasileiro. (ALVES, 2007)

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que abrange em maior ou menor extensão todos os estados da região Nordeste do Brasil (Bahia, Ceará, Piauí,

Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Sergipe, Alagoas, Maranhão) e o norte de Minas Gerais, único estado localizado na região Sudeste, recobrando quase 10% do território nacional. Em seu aspecto fisionômico apresenta uma cobertura vegetal arbustiva a arbórea, pouco densa e geralmente espinhosa. (OLIVEIRA, CHAVES, LIMA 2009; LOIOLA, ROQUE, OLIVEIRA, 2012).

Os climas os quais a caatinga está submetida variam de semiáridos a subúmidos secos tropicais de exceção, e são caracterizados por uma pluviometria concentrada em um só período (3 a 5 meses), com pluviometrias anuais situadas entre 250 a 900 milímetros, apresentando variabilidade espacial e temporal. As temperaturas médias anuais são relativamente elevadas, 26 °C a 29 °C, e a insolação média são de 2.800 horas/ano. A umidade relativa do ar é de cerca de 50%, e as taxas médias de evaporação estão em torno de 2.000 mm por ano. (ALVES, 2007).

Desse modo, com base nas características climáticas predominantes, a caatinga pode ser definida como um tipo de vegetação arborescente e xerófila, espinhenta, possuindo as seguintes características gerais: árvores e arbustos, em sua grande parte, espinhentos e desfolhados na estação da seca, durante a qual ela se apresenta com um aspecto triste e cinzento; presença de plantas suculentas, tais como as Cactáceas e Euforbiáceas; presença de bromeliáceas terrestres coriáceas e espinhentas; tapete herbáceo anual; e ausência de epífitas, com exceção de algumas formações nas quais são encontradas: Tillandsia, xerófitas, líquens e ausência de lianas em geral. (SCHNELL, 1961 *apud* ALVES, DE ARAÚJO, DO NASCIMENTO, 2009)

Isto posto, pode-se dizer que todas as espécies da caatinga apresentam meios para contornar a estação seca, tais como modificações do ritmo biológico ou mudanças no metabolismo da água: espinescência², acumulação da água nos tecidos e nas raízes, esclerofilia e emurchecimento das folhas, redução do tamanho das folhas e dos folíolos, sem atingir uma verdadeira microfilia que caracteriza muitas espécies de outras regiões semiáridas do mundo tropical, excetuando-se os gêneros *Caesalpinia* e *Mimosa* (KOECHLIN & MELO, 1980 *apud* ALVES, 2007).

Muito devido à toda riqueza e peculiaridades encontradas nesse bioma que se

² Distribuição de espinhos à superfície das diversas partes do vegetal.

delimita somente ao território brasileiro, que a caatinga é explorada como fonte alimentícia e econômica desde antes da colonização. Todavia, Araújo Filho e Carvalho (1997) ressaltam que a utilização da caatinga ainda se fundamenta em processos meramente extrativistas para obtenção de produtos de origem pastoril, agrícola ou madeireiro, fazendo-se sentir as consequências, principalmente nos seus recursos naturais renováveis, observando-se perdas irrecuperáveis na flora e fauna, aceleração dos processos de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água pela sedimentação. Um dos processos ocasionados por essas intervenções com consequentes alterações no bioma caatinga é a desertificação (ACCIOLY, 2010).

3.1.3. Ocorrência de desertificação no semiárido brasileiro

Por desertificação entende-se a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas. (UNCCD, 2012). Sá *et. al.* (2010) descrevem a desertificação como uma degradação extrema aplicada à terra, à cobertura vegetal e à biodiversidade, denotando perda da capacidade produtiva.

São diversos os fatores que corroboram para a ocorrência e agravamento do processo de desertificação, não podendo este ser explicado apenas por fatores naturais ou antrópicos, mas sim por uma ação conjunta dos dois. Segundo o Ministério do Meio Ambiente - MMA (2019) são diversas as causas da desertificação, tais como: i - uso indiscriminado dos recursos florestais nas regiões Semiáridas e subúmidas secas sem critérios de manejo sustentável para formação de pasto, de áreas para agricultura e para atender à demanda da matriz energética de biomassa florestal que responde por 30% da energia regional; ii - a falta de manejo adequado para a pecuária extensiva que causa o superpastejo; iii - os projetos de irrigação sem critérios ambientais e manejo adequado, que degradam e salinizam os solos; iv - a mineração indiscriminada sem critérios socioambientais; v- a ausência de práticas conservacionistas nos sistemas agropecuários; vi - forças que atuam sobre o ambiente e a sociedade, incluindo interferências humanas diretas e desastres naturais cuja ocorrência seja agravada pela ação antrópica.

Dregne (1977) *apud* Conti (2008), enquadra a desertificação em quatro diferentes escalas com base no grau de severidade a saber: i - a fraca equivaleria à pequena deterioração da cobertura vegetal e do solo; ii - moderada se refere à grande

degradação da cobertura vegetal e surgimento de nódulos de areia; iii – severa se refere ao aparecimento de dunas e à intensificação da erosão eólica; iv - muito severa, em que aconteceria o desaparecimento quase completo da biomassa e à salinização.

Sampaio, Araújo e Sampaio (2005) argumentam que a desertificação é um complexo dinâmico, com uma cadeia fechada em ciclos viciosos. Desse modo, uma das causas do processo também pode ser enquadrada como consequência. Além disso, parece progredir em fases, sendo elas: 1) a degradação do solo em uma certa área; 2) a redução da capacidade produtiva da agropecuária nesta área; 3) a redução da renda agropecuária; e 4) a deterioração das condições sociais da população da área. Os mesmos autores também explicam que a desertificação é plenamente caracterizada quando essas fases se fecham em um ciclo vicioso.

O Ministério do Meio Ambiente - MMA (2019) pondera que as áreas suscetíveis à desertificação (ASD) estão presentes em boa parte da região semiárida brasileira, explicitando que as áreas mais críticas estão nos núcleos de desertificação de Gilbués no estado do Piauí, Seridó no Rio Grande do Norte, Irauçuba no Ceará e Cabrobó em Pernambuco. O Ministério do Meio Ambiente ainda informa que essas áreas correspondem a 1.340.863 km² (16% do território brasileiro), abrangendo 1.488 municípios (27% do total) e 31.663.671 habitantes (17% da população brasileira).

Além do núcleo de Irauçuba, anteriormente citado neste trabalho, o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação – PAE/CE (2009) estabelece que o estado do Ceará conta com dois outros núcleos, também em estados avançados de degradação. Desse modo, afirma-se que o Ceará possui três núcleos de desertificação: ASD Inhamuns que compreende os Municípios de Arneiroz, Tauá e Independência; ASD Irauçuba/Centro Norte que abrange os Municípios de Irauçuba, Itapajé, Santa Quitéria, Miraíma, Canindé, e parte de Sobral e a ASD Jaguaribe abrangendo os Municípios de Jaguaribe, Jaguaratama, Jaguaribara, Alto Santo e Morada Nova. Os Municípios de Miraíma e Arneiroz escolhidos para esta pesquisa, se encontram nos núcleos de Irauçuba/Centro Norte e Inhamuns, respectivamente.

3.2 lavouras de sequeiro no semiárido brasileiro

Nesta subseção busca-se discorrer sobre as lavouras de feijão, mandioca e milho, cultivadas por boa parte dos agricultores, em regime de sequeiro na região Nordeste

brasileira, dando enfoque para a importância alimentar e econômica conferida por estas culturas a quem as cultiva, bem como para toda a região brasileira.

Sabe-se que as variações climáticas possuem grande influência em muitas atividades humanas, especialmente aquelas realizadas no ambiente agrícola, pois essas tendem a apresentar muita vulnerabilidade às intempéries climáticas. No leque de atividades agrícolas, dá-se enfoque às culturas cultivadas em regime de sequeiro, devido a estas se apresentarem bastantes susceptíveis às variações pluviométricas, tendo em vista que, por definição, são cultivadas sem a utilização de técnicas de irrigação.

A agricultura de sequeiro, muito comum no sertão nordestino, parte do preceito de cultivo em terrenos onde a pluviosidade é diminuta. Nesse contexto, como o agricultor não é capaz de controlar as ações do clima, o sucesso do cultivo depende diretamente da oscilação climática, podendo ocorrer anos em que a produção seja totalmente perdida, definindo esta atividade como sendo de grande risco para quem a realiza.

Assim como em toda região Nordeste, as lavouras de sequeiro são muito cultivadas pelos agricultores cearenses, especialmente os agricultores familiares, que retiram de suas produções a base da alimentação de suas famílias, bem como retiram algum retorno econômico para a manutenção de algumas de suas necessidades básicas. Como exemplos de culturas de sequeiro tem-se as lavouras alimentares de feijão, mandioca e milho, selecionadas como objeto de estudo nesta pesquisa.

3.2.1. Lavoura de feijão

O feijoeiro (*Vigna unguiculata*), cultivado há mais de 10.000 anos, é considerada uma planta rústica, resistente a estresses hídricos, de ciclo curto de produção, durando de 55 a 90 dias, dependendo da variedade (COELHO, 2018). A população brasileira, dando enfoque para aquelas que possuem menor acesso às proteínas animais, possui o feijão como uma das principais fontes proteicas na alimentação.

Segundo Aidar *et. al.* (2003), o feijoeiro comum desenvolve-se bem em uma faixa de temperatura de 18 °C a 30 °C, médias noturnas e diurnas, respectivamente, e que fora deste limite ocorrem danos à produção. São conhecidos os efeitos das altas temperaturas sobre a queda das flores e abortamento das vagens.

O feijão é mais suscetível à deficiência hídrica durante a floração e o estágio inicial de formação das vagens, sendo o período crítico situado 15 dias antes da floração. Ocorrendo déficit hídrico, haverá queda na produção devido à redução do número de vagens por planta e à diminuição do número de sementes por vagem.³

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de feijão, ficando atrás apenas da Índia e Mianmar (FAO - FAOSTAT, 2019), sendo a safra dividida em três diferentes épocas no ano: a chamada safra das “águas”, de ocorrência na época chuvosa; a safra da “seca” e a safra irrigada, sendo o cultivo feito com o uso de sistemas de irrigação. A colheita pode ser feita aproximadamente 90 dias após o plantio.¹

No quinto levantamento para acompanhamento da safra 2018/2019, realizado e divulgado pela Conab (Companhia Nacional de Abastecimento), foi estimada para a 1ª safra brasileira uma área de 365,7 mil ha, considerada menor em 20,9% à registrada na safra anterior, e uma produção de 594,7 mil toneladas, inferior em 25,6% à colheita anterior.

O estado do Ceará é considerado segundo maior produtor da região Nordeste, ficando atrás apenas do estado da Bahia (ETENE, 2018). Foram produzidas 137,9 mil toneladas de feijão, colhidos em uma área de 426,6 mil hectares, originando uma produtividade média de 323 kg/ha (IBGE, 2018).

A cultura do feijão se mostra de grande importância econômica e alimentar nos Municípios cearenses de Arneiroz e Miraíma, como mostra os dados coletados junto à Produção Agrícola Municipal - PAM, havendo, no ano de 2017, uma colheita de 255 t e 124 t respectivamente.

3.2.2. Lavoura de mandioca

Havendo uma área de 18,6 milhões de hectares plantados em todo o globo, a cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) desempenha um papel de elevada importância social, uma vez que contribui para a alimentação de mais de 700 milhões de pessoas nos países em desenvolvimento, notadamente nas áreas pobres da Região Nordeste do Brasil, além de ser uma cultura geradora de emprego e renda. (DE MATTOS, FARIAS, FILHO, 2006)

³ <http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/historia-do-feijao/>

A mandioca é uma das culturas mais importantes na produção de alimentos em regiões tropicais. Estimando-se que, nas etapas de produção e processamento de seus subprodutos, sejam gerados aproximadamente, um milhão de empregos diretos. Além disso, a mandioca mostra-se como um ingrediente de extrema importância na alimentação de milhões de pessoas, sejam elas residentes no campo ou em áreas urbanas e ocupa posição de destaque como fonte de calorias depois de culturas como o arroz, o milho e a cana-de-açúcar. (PINHEIRO, 2019)

Ainda segundo De Mattos, Farias e Filho (2006), a mandioca é uma planta de origem sul-americana, cultivada desde a antiguidade pelos povos nativos desse continente. A cultura consegue expressar seu melhor desenvolvimento quando cultivada em solos de textura franco - arenosa e argilo - arenosa, em altitude variando entre 600 e 800 m, com temperaturas em torno de 25 °C e precipitação pluviométrica girando em torno de 1.000 a 1.500 mm, bem distribuídos ao longo de 6 a 8 meses do ciclo vegetativo.

Vulgarmente, classificam-se as variedades de mandioca, em “bravas” e “mansas”, conforme o teor de veneno (ácido cianídrico) que possuem. As mandiocas mansas são aquelas que possuem até 10 mg de ácido cianídrico (HCN) em 100 g de polpa fresca; já as mandiocas consideradas bravas são aquelas que possuem acima de 20 mg de HCN em 100 g de polpa fresca. O ácido cianídrico é um veneno perigoso tanto para os seres humanos quanto para os animais quando consumido em grandes quantidades.⁴

O consumo de mandioca de mesa tem sido limitado, muito devido à sua toxicidade cianogênica (cianeto), a qual depende, principalmente, do teor de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina) presentes nos tecidos da planta que, ao hidrolisarem-se por ação enzimática (linamarase), desdobram-se em ácido cianídrico (CONN, 1969 *apud* BORGES, FUKUDA, ROSSETTI, 2002).

De acordo com o último levantamento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) referente ao ano de 2017, a produção mundial de mandioca correspondeu a 291,9 milhões de toneladas. O maior produtor mundial é a Nigéria, que no ano de 2017 produziu 59,4 milhões de toneladas, seguido por República

⁴<https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/mandioca>

Democrática do Congo e Tailândia. O Brasil é o 5º maior produtor mundial com 18,87 milhões de toneladas de raiz de mandioca, apresentando redução de 10% em relação a produção no ano de 2016.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a maior produção brasileira de mandioca, em 2018, foi obtida no estado do Pará com 3,8 milhões de toneladas, seguido dos estados do Paraná e São Paulo, com produções de 3,2 milhões e 1,2 milhões de toneladas, respectivamente. Ainda segundo os dados do IBGE, em 2018, estado do Ceará se encontra entre os dez maiores produtores brasileiros, ocupando a 9ª posição, e se consolidou como o 2º maior produtor da região Nordeste, ficando atrás apenas do estado do Maranhão, com uma produção de 622,2 mil toneladas.

A cultura da mandioca se mostra de grande importância econômica e alimentar nos municípios cearenses de Arneiroz e Miraíma, assim como em todos os outros municípios nordestinos, todavia, no ano de 2018, a produção desta cultura foi de apenas 38 toneladas em Arneiroz e se mostrou inexpressiva em Miraíma, como mostra os dados coletados junto à Produção Agrícola Municipal - PAM (2018).

3.2.3 Lavoura de milho

Cruz *et. al.* (2011) enfatiza que o cultivo de milho (*Zea mays*) ocupa posição de destaque entre as atividades agropecuárias brasileiras, por ser uma das mais frequentes nas propriedades rurais e por seu valor de produção, que no grupo dos grãos, é apenas superado pelo da soja. O milho é, simultaneamente, importante fonte de renda para os agricultores e destacado insumo (matéria-prima) para a pecuária, principalmente para aqueles que criam aves, suínos, bovinos, pois compõe parcela majoritária das rações.

Tanto o crescimento quanto o desenvolvimento da cultura do milho apresentam como agentes limitantes a água, temperatura e radiação solar ou luminosidade. A cultura do milho necessita que esses índices climáticos, especialmente a temperatura, a precipitação pluviométrica e o fotoperíodo, atinjam níveis considerados ótimos, para que o seu potencial genético de produção se expresse da melhor maneira possível. (ALVARENGA *et. al.* 2010)

A produção de milho no Brasil é caracterizada por se dividir em duas safras. Esse tipo de divisão objetiva intensificar o uso do solo, bem como consorciar o cultivo do milho juntamente com o da soja. A primeira safra, ou plantio de verão, é realizada no

período chuvoso, que varia de acordo com a região. A segunda safra, ou safrinha, refere-se ao milho de sequeiro, muitas vezes plantado logo após a colheita da soja precoce. (CRUZ *et. al.* 2011; REVISTA VISÃO AGRÍCOLA, 2015).

De acordo com o último levantamento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2017, a produção mundial de milho correspondeu a 1,13 bilhões de toneladas. Os maiores produtores mundiais são os Estados Unidos da América, que no ano de 2017 produziram 370,9 milhões de toneladas, seguidos pela China, com 259 milhões de toneladas. O Brasil é o 3º maior produtor mundial com 97,7 milhões de toneladas de milho.

De acordo com os dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018, a maior produção de milho foi obtida pelo estado do Mato Grosso, com 26,2 milhões de toneladas, em segundo e terceiro lugar, tem-se os estado do Paraná, com 12,7 milhões de toneladas e Goiás, com 8,9 milhões de toneladas, respectivamente. O estado do Ceará ainda não tem mostrado tanta expressividade na produção no âmbito nacional, se posicionando na 15º posição, produzindo 470 mil toneladas de milho.

A cultura do milho é de suma importância alimentar e econômica em praticamente todos os municípios nordestinos, sobretudo para aqueles com grande número de agricultores familiares. Os agricultores dos municípios de Arneiroz e Miraíma também veem a produção de milho como fonte de alimento e renda, desse modo os municípios apresentaram produção de 724 e 602 toneladas no ano de 2018, respectivamente, de acordo com os dados disponibilizados pelo IBGE.

4. METODOLOGIA

Nesta seção, realiza-se a descrição da matriz de dados, das variáveis utilizadas, da área de estudo, bem como dos métodos de análise utilizados para tratamento das informações desenhados para atingir cada um dos objetivos propostos pela presente pesquisa.

4.1 Matriz de dados

Os dados utilizados na pesquisa se caracterizam como sendo de natureza secundária e consistiram das precipitações pluviométricas anuais coletados junto a

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Os dados referentes às produções de feijão, mandioca e milho para os Municípios de Arneiroz e Miraíma foram retirados das Pesquisas Agrícolas Municipais (PAM /IBGE) dos anos de referência da pesquisa (1974 a 2017). As variáveis usadas na pesquisa são:

1. Variáveis endógenas: produtividade e área colhida;
2. Variável exógena: chuva;
3. Variável construída: produção.

4.2 Caracterização da área de estudo

A pesquisa ocorre nos municípios de Arneiroz e Miraíma, pertencentes ao semiárido cearense e a duas áreas suscetíveis à desertificação (ASD). Esses municípios, tomados como amostra para efeito de estudo foram escolhidos por fazerem parte das ASD, que era o requisito que foi imposto pela autora para a realização da pesquisa.

O município de Arneiroz pertence ao núcleo II: ASD Inhamuns enquanto que o município de Miraíma pertence ao núcleo I: ASD Irauçuba/Centro Norte. (PAE/CE, 2009).

4.2.1 Características do município de Arneiroz

No tocante à extensão e posição, o município de Arneiroz localiza-se a sudoeste do estado do Ceará, com 6° 19' 25'' de latitude e 40° 09' 38'' de longitude. Possui como municípios limítrofes Mombaça e Tauá ao norte, Aiuaba ao Sul, Saboeiro, Catarina, Mombaça ao leste, Tauá e Parambu ao oeste. Arneiroz possui uma área absoluta de 1.066,43 Km². (IPECE, 2017)

Quanto às características ambientais, Arneiroz possui clima Tropical Quente Semiárido, temperaturas médias anuais variando entre 26 e 28 °C, pluviosidade anual média de 582,1 mm e período chuvoso entre fevereiro e abril. Possui relevo maciço residual e depressão sertaneja, solos bruno não cálcico, litólicos e podzólico vermelho - amarelo; quanto a vegetação, encontram-se caatinga arbustiva aberta e floresta caducifólia espinhosa. Arneiroz possui um total de 7.650 habitantes, densidade demográfica de 7,17 habitantes/km² e aproximadamente 50% da população residente na área rural. (IPECE, 2017).

4.2.2 Características do município de Miraíma

O município de Miraíma se localiza ao norte do estado do Ceará, com 3° 34' 10" de latitude e 39° 58' 12" de longitude. Possui como municípios limítrofes Amontada ao norte; Sobral e Irauçuba ao sul; Irauçuba e Itapipoca ao leste; Santana do Acaraú e Sobral ao oeste. Miraíma possui uma área absoluta de 699,59 Km². (IPECE, 2017)

Em relação às características ambientais, Miraíma possui clima Tropical Quente Semiárido, temperaturas médias anuais situadas entre 26° e 28 °C pluviosidade anual média de 897,5 mm e período chuvoso entre janeiro e abril. Possui relevo de Depressões Sertanejas e Maciços Residuais, solos Bruno não Cálculo, Solos Litólicos, Planossolos Solódicos e Podzólico Vermelho-Amarelo e apresenta vegetação composta por caatinga arbustiva aberta. Miraíma possui um total de 12.800 habitantes, em sua grande parte residentes na zona rural, densidade demográfica de 18,29 habitantes/km² aproximadamente 46% da população residente na área rural. (IPECE, 2017)

4.3 Procedimentos metodológicos utilizados

Apresentam-se na sequência os procedimentos metodológicos com o propósito de alcançar os objetivos específicos traçados pela pesquisa.

Inicialmente tenta-se enquadrar as pluviometrias observadas para os municípios de 1974 a 2017 aos limites que definem períodos de estiagem, de normalidade pluviométrica e chuvoso, tal como definidos no trabalho realizado por Lemos, Bezerra (2019).

As categorias são: Período de estiagem, período de normalidade, período chuvoso. Naquele trabalho Lemos, Bezerra (2019) estabeleceram os seguintes limites para a categorização dos regimes climáticos observados no estado do Ceará entre 1947 e 2018:

a - Período de estiagem = pluviometria inferior à média do período subtraída de meio desvio padrão;

b - Período chuvoso = pluviometria superior à média do período adicionada de meio desvio padrão;

c - período de normalidade pluviométrica = pluviometria situada entre a média menos meio desvio padrão e a média somada de meio desvio padrão.

Desse modo, Lemos e Bezerra (2019) construíram os limites mostrados no

Quadro 1.

Quadro 1: Limites para os períodos de estiagem, normalidade e chuvoso para o estado do Ceará:

Períodos	Intervalos de variação
Estiagem	Pluviometria \leq 656,1 mm
Normalidade	656,1 mm < Pluviometria \leq 927,7 mm
Chuvoso	Pluviometria > 927,7 mm

Fonte: Lemos, Bezerra (2019)

No trabalho foram identificadas, contabilizadas e estimadas as probabilidades de ocorrência dos anos em que as pluviometrias dos municípios selecionados podem ser enquadradas naqueles limites que são as referências para este estudo.

Conferem-se, em cada município, as frequências absolutas e relativas dos anos em que ocorreram períodos de chuvas classificados como de estiagem, de normalidade e chuvoso. As frequências relativas são utilizadas como estimativas das probabilidades buscadas na pesquisa para cada categoria de regime pluviométrico dos municípios.

Para aferir instabilidade associada às variáveis endógenas e aos grupos de pluviometria desenhados, a pesquisa utiliza o coeficiente de variação (CV). Por definição o CV mede a relação percentual entre o desvio padrão e a média aritmética de uma variável aleatória. O CV tem a utilidade de aferir a heterogeneidade ou a homogeneidade que se observa na distribuição dos valores de uma variável aleatória em torno da sua média. O CV pode ser utilizado como medida de instabilidade. Uma vantagem adicional de usar o CV nesse tipo de avaliação, em relação a outras medidas de variabilidade, é que permite a comparação entre variáveis de naturezas e aferições distintas (GOMES, 1985; GARCIA, 1989; SORENSEN, 2000).

Quanto menor o CV, mais homogênea ou mais estável será a distribuição das observações em torno da média. Para usar o CV como medida de aferição de homogeneidade/heterogeneidade de uma distribuição é necessário estabelecer a definição de seus valores críticos. Gomes (1985) estabeleceu limites para classificação dos CV em experimentação agrícola (Quadro 2).

Quadro 2: Classificação do CV de acordo com a sua amplitude

Classificação do CV	Amplitude do CV
Baixo	$CV < 10\%$
Médio	$10\% \leq CV < 20\%$
Alto	$20\% \leq CV < 30\%$
Muito alto	$CV \geq 30\%$

Fonte: GOMES (1985).

Desse modo, os Coeficientes de Variação irão alegar sobre o grau de estabilidade nas épocas de estiagem, normalidade e chuvoso nos municípios de Arneiroz e Miráíma, bem como sobre áreas colhidas, produtividade e produção das lavouras selecionadas pela pesquisa, avaliados dentro de cada um desses regimes pluviométricos identificados pelo estudo.

Para alcançar o quarto objetivo da pesquisa estima-se taxas geométricas de crescimento (TGC) das produtividades de feijão, mandioca e milho para os municípios estudados. Dada uma variável aleatória Y_t observada em séries anuais contínuas e ininterruptas, como essas do trabalho, define-se a seguinte equação log-linear:

$$\log(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 T + \epsilon_t$$

Na equação Y_t é a variável para a qual se quer estimar a TGC; β_0 é o coeficiente log-linear; β_1 é o coeficiente angular. Caso β_1 seja estatisticamente diferente de zero, multiplicado por 100 será a TGC instantânea de Y_t . Aferirá a taxa média de variação anual de Y_t ; T ($T = 0, 1, 2, \dots, n$) é o tempo; ϵ_t é o ruído aleatório que por hipótese tem distribuição normal com média zero e desvio padrão igual a 1, não é auto regressivo e tem variância constante. Atendidas essas pressuposições β_0 e β_1 podem ser estimados usando o método dos mínimos quadrados ordinários. (WOOLDRIDGE, 2012).

Valores estatisticamente positivos da TGC significam que a variável Y_t cresce anualmente àquela taxa. Valores estatisticamente negativos associados à TGC significam que a varável decresce anualmente ao ritmo médio aferido pela TGC.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção encontra-se dividida em tópicos, com os resultados obtidos conforme com os objetivos apresentados na pesquisa.

5.1 Resultados obtidos para o município de Arneiroz

Observou-se uma precipitação média de chuvas no município de Arneiroz de 569,25 mm, entre os anos de 1974 e 2017, com desvio padrão de 221,61 mm, portanto, um coeficiente de variação de 38,9%, considerado muito alto na classificação de Gomes (1985). Isso confirma a elevada instabilidade na distribuição das chuvas ao longo dos anos estudados naquele município.

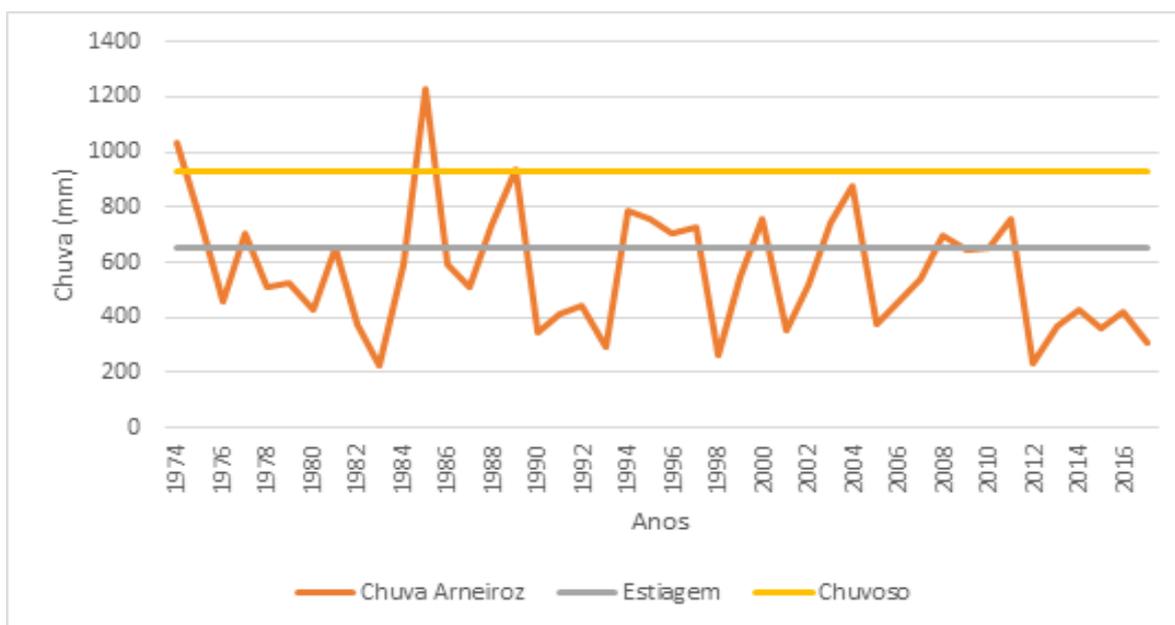
No que concerne ao enquadramento das precipitações de chuvas em períodos de estiagem, de normalidade e chuvoso, os resultados são expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Classificação pluviométrica em Arneiroz no período de 1974 a 2017

Períodos	Número de Anos	Média (mm)	Desvio Padrão	CV (%)
Estiagem	29	448,0	123,3	27,53
Normalidade	12	752,2	45,8	6,09
Chuvoso	03	1068,3	120,0	11,23

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da FUNCEME (2019).

Com base nos limites impostos por Lemos e Bezerra (2019), vinte e nove (29) anos dos quarenta e quatro (44) observados apresentou precipitação de chuvas considerado como anos de estiagem, portanto, com probabilidade de 65,90%. Observa-se também a ocorrência de doze (12) anos com chuvas dentro da normalidade, com probabilidade de ocorrência de 27,3%. Apenas três (3) anos dos quarenta e quatro (44) observados apresentaram-se chuvosos, com probabilidade de ocorrência de 6,8%. Os coeficientes de variação foram classificados como alto, baixo e médio para os períodos de estiagem, normalidade e chuvoso, respectivamente, com base nos limites sugeridos por Gomes (1985). No Gráfico 1 se mostra a distribuição pluviométrica em Arneiroz nos anos estudados:

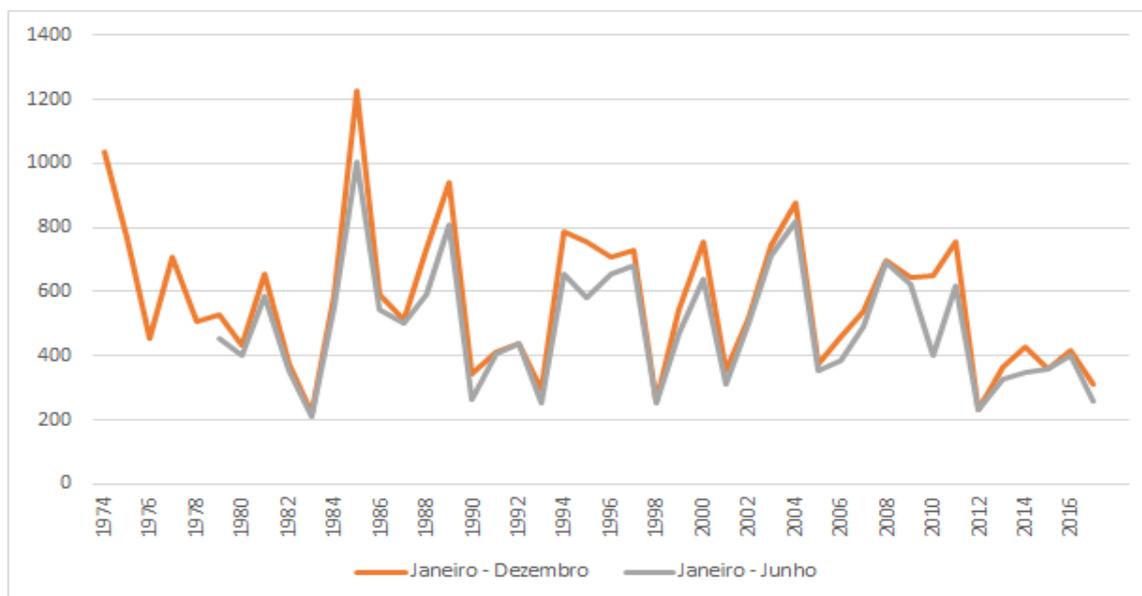
Gráfico 1: Comportamento das chuvas em Arneiroz entre os anos de 1974 e 2017:

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados coletados na FUNCEME (2019)

A linha de coloração amarela representa o limite inferior para a ocorrência de anos chuvosos, enquanto que a linha de cor cinza representa o limite superior para a ocorrência de anos com estiagem. Observa-se um predomínio dos valores de chuva abaixo do limite para estiagem, enfatizando o déficit hídrico predominante no município nos quarenta e quatro anos estudados.

Além da elevada ocorrência de períodos de estiagem, ao longo dos anos em Arneiroz, observou-se que as chuvas se concentram nos cinco primeiros meses do ano como demonstra o Gráfico 2.

Gráfico 2: Comparação das chuvas anuais e de janeiro - junho no município de Arneiroz entre 1974 e 2017:



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados coletados na FUNCEME (2019)

A linha de coloração laranja representa os volumes de chuva anuais, enquanto que a linha de coloração cinza representa o volume de chuvas acumulado entre os meses de janeiro e junho, demonstrando que quase a totalidade das chuvas ocorridas durante o ano acontecem concentradas em um período específico, acusando a má distribuição pluviométrica dentro dos anos.

Com relação ao comportamento das culturas de feijão, mandioca e milho frente às variações pluviométricas ocorridas no período analisado, a tabela 2 reúne os resultados encontrados:

Tabela 2: Estatísticas descritivas para o município de Arneiroz:

Área (Hectares)				Produtividade (Kg/ha)		
Períodos	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
Feijão						
Estiagem	2417,5	1703,2	70,5	124,1	98,2	79,2
Normalidade	2547,2	862,8	33,9	268,1	108,5	40,5

Continuação da tabela 2

Chuvoso	2356,0	122,8	5,2	200,0	74,9	37,4
Mandioca						
Estiagem	18,5	14,8	79,7	6564,8	3034,6	46,2
Normalidade	20,3	19,8	97,5	9291,7	1314,3	14,1
Chuvoso	56,7	51,9	91,5	8666,7	942,8	10,9
Milho						
Estiagem	2480,2	1869,9	75,4	199,9	184,7	92,4
Normalidade	2838,9	878,0	30,9	572,7	204,5	35,7
Chuvoso	2375,0	496,6	20,9	386,5	131,9	34,1

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE (2018) e da FUNCEME (2019).

As lavouras de feijão, mandioca e milho mostraram-se bastante suscetíveis às instabilidades pluviométricas ocorridas no período em estudo. Na cultura do feijão, observou-se a maior média de área plantada e produtividade durante a época de normalidade chuvosa. Durante a estiagem, verificou-se uma redução de 5,1% na área colhida e 53,7% na produtividade, em relação a época de normalidade, demonstrando a existência de perdas devido a insuficiência de chuvas durante o desenvolvimento da cultura.

Em relação à época chuvosa, detectou-se redução de 7,5% e 25,5% nas variáveis área colhida e produtividade, respectivamente, quando comparadas à época de normalidade chuvosa. Desse modo, afere-se que a cultura do feijão é mais suscetível a insuficiência hídrica que ao excesso dessa, porém apresenta melhor desenvolvimento quando as chuvas se mantêm mais estáveis.

No que se refere ao cultivo de mandioca, observou-se maior média de área plantada, e produtividade durante a época de normalidade pluviométrica. Durante a estiagem, verificou-se uma redução de 8,9% na área colhida e 29,4% na produtividade em relação a época de normalidade. Em relação a época chuvosa, detectou-se aumento de 179,3%, na variável área colhida, mas apresentou uma redução de 6,7% na produtividade,

quando comparada a época de normalidade chuvosa. Assim, verifica-se que a cultura da mandioca é mais suscetível a insuficiência hídrica que ao excesso de chuvas, apresentando melhor desenvolvimento quando as chuvas se mantêm mais estáveis, apesar de possuir maior área colhida durante a época chuvosa.

Na lavoura de milho, também se observou maior média de área plantada e produtividade quando as precipitações foram normais. Nos anos em que as chuvas foram enquadradas na época de estiagem, detectou-se uma redução de 12,6% na área plantada e 62,1% na produtividade em relação a época de normalidade chuvosa. Já nos anos em que as chuvas foram enquadradas na época chuvosa, verificou-se redução de 16,3% e 32,5% na área plantada e produtividade, respectivamente. Assim, verifica-se que a cultura do milho é bastante susceptível a deficiência hídrica, demonstrando perdas maiores de 50% na produtividade das lavouras.

Os coeficientes de variação associados a todas as culturas foram considerados muito altos quando comparados aos limites propostos por Gomes (1985), com exceção do valor de área encontrado na época chuvosa na cultura do feijão que foi considerado baixo e os valores de produtividade obtidos nas épocas de normalidade e chuvosa na cultura da mandioca, ambos considerados médios.

Os resultados demonstram que apesar das lavouras de feijão, mandioca e milho serem bastante disseminadas no município de Arneiroz, estas são bastante instáveis em decorrência das instabilidades pluviométricas que se transferem para as instabilidades associadas às variáveis área e produtividade.

5.2 Resultados obtidos para o município de Miraíma

Entre os anos de 1974 e 2017 a precipitação média de chuvas no município de Miraíma foi de 756,9 mm com desvio padrão de 380,8 mm, portanto, um coeficiente de variação de 50,3%, sendo considerado muito alto com base na classificação de Gomes (1985). Os dados confirmam a elevada instabilidade na distribuição das chuvas ao longo dos anos em estudo, como está mostrado na Tabela 3.

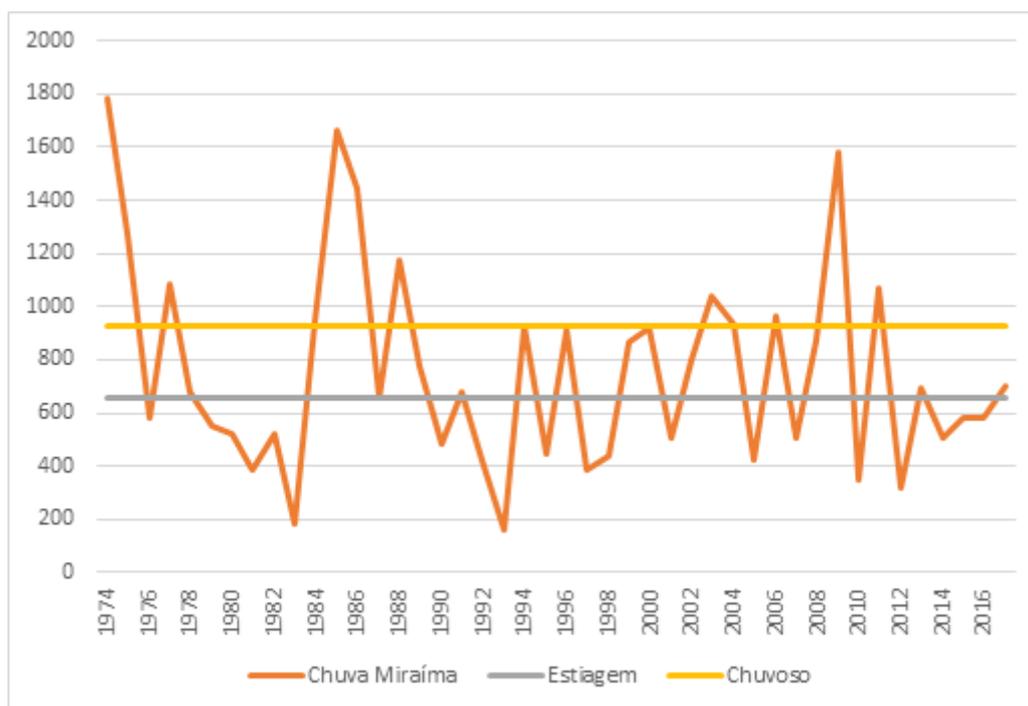
Tabela 3: Classificação pluviométrica em Miraíma no período de 1974 a 2017

Períodos	Número de Anos	Média (mm)	Desvio Padrão	CV (%)
Estiagem	21	453,3	123,1	27,16
Normalidade	10	795,7	90,4	11,36
Chuvoso	13	1221,4	288,2	23,60

Fonte: Valores estimados a partir dos dados da FUNCEME (2019).

Com base nos limites propostos por Lemos e Bezerra (2019), vinte e um (21) anos, dos quarenta e quatro (44) observados, apresentaram precipitação pluviométrica que pode ser enquadrada em anos de estiagem, com probabilidade de ocorrência de 47,7%. Afere-se a ocorrência de dez (10) anos com chuva dentro do normal, com probabilidade de ocorrência de 22,7% e treze (13) anos dos quarenta e quatro (44) observados apresentaram-se chuvosos, com probabilidade de ocorrência de 29,5%. Quando avaliados pelos parâmetros de Gomes (1985), os coeficientes de variação foram classificados como alto, médio e alto para os períodos de estiagem, normalidade e chuvoso. (Tabela 3).

O Gráfico 3 representa a distribuição pluviométrica no município de Miraíma nos anos estudados:

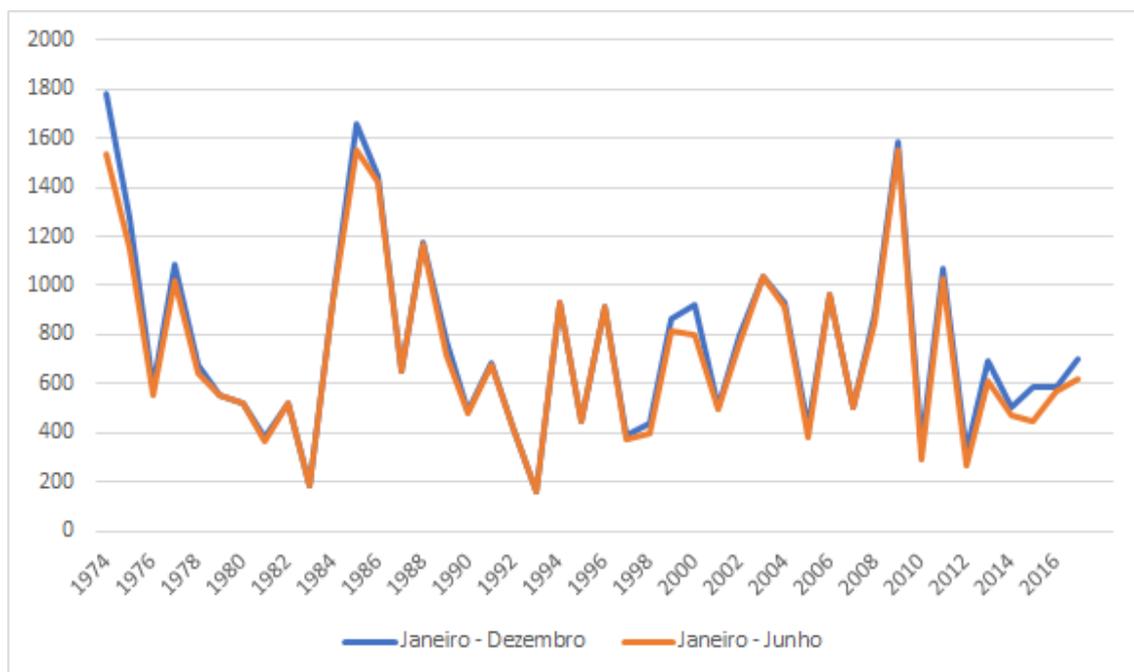
Gráfico 3: Comportamento das chuvas em Miráíma entre os anos de 1974 e 2017

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados disponibilizados pela FUNCEME (2019)

A linha de coloração amarela representa o limite inferior para a ocorrência de anos chuvosos, enquanto que a linha de cor cinza representa o limite superior para a ocorrência de anos com estiagem. Observa-se um predomínio dos valores de chuva entre os limites pré-estabelecidos e também abaixo do limite para estiagem, demonstrando o déficit hídrico predominante no município nos quarenta e quatro anos estudados, no entanto, a distribuição de chuvas observadas para Miraima no período avaliado se apresentaram melhores do que aqueles observados no mesmo período para Arneiroz.

No Gráfico 4 mostram-se as flutuações das precipitações de chuvas em Miraima nos primeiros cinco meses dos anos e para o ano inteiro. Observa-se que há interface nas trajetórias das chuvas dos cinco primeiros meses com as observadas anualmente. Isto sugere que as chuvas nos municípios se concentram nos meses iniciais. (Gráfico 4)

Gráfico 4: Comparação das chuvas anuais e de janeiro - junho no município de Miraíma entre 1974 e 2017



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados coletados junto a FUNCEME (2019).

A linha de coloração azul representa os volumes de chuva anuais, enquanto que a linha de coloração laranja representa o volume de chuvas acumulado entre os meses de janeiro e junho, demonstrando que quase a totalidade das chuvas ocorridas durante o ano acontecem concentradas em um período específico, sinalizando a má distribuição pluviométrica dentro dos anos.

No tocante ao comportamento das culturas de feijão, mandioca e milho devido às variações pluviométricas ocorridas no período de 1974 a 2017, a Tabela 4 apresenta os resultados obtidos:

Tabela 4: Estatísticas descritivas para o município de Miraíma:

Área (Hectares)				Produtividade (Kg/ha)		
Períodos	Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
Feijão						
Estiagem	1016,5	932,1	91,7	167,2	98,3	58,8
Normalidade	1806,7	1170,0	64,8	362,72	157,3	43,4

Continuação da tabela 4

Chuvoso	822,7	904,9	110,0	348,0	201,5	57,9
Mandioca						
Estiagem	2,2	4,3	191,0	6000,0	1095,4	18,3
Normalidade	3	3,7	123,8	7312,5	1594,7	21,8
Chuvoso	2,1	3,6	175,6	8781,2	2183,7	24,9
Milho						
Estiagem	960,9	942,7	98,1	223,7	178,5	79,8
Normalidade	1755,7	1075,4	61,3	606,0	169,1	27,9
Chuvoso	816,2	899,3	110,2	603,7	257,3	42,6

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE (2018) e da FUNCEME (2019).

Observa-se que o comportamento das culturas no município de Miraíma se assemelha ao observado no município de Arneiroz. Na cultura do feijão, observou-se maior área plantada, e produtividade durante a época de normalidade chuvosa. Durante a estiagem, verificou-se uma redução de 43,7% na área colhida, e 53,9% na produtividade em relação a época de normalidade. Em relação a época chuvosa, detectou-se redução de 54,4% e 4,0% nas variáveis área colhida, e produtividade, respectivamente, quando comparada a época de normalidade chuvosa. Desse modo, afere-se que a cultura do feijão é mais suscetível a insuficiência hídrica que ao seu excesso, porém expressa melhor desenvolvimento quando as chuvas se mantêm em períodos de normalidade, dentro dos períodos estabelecidos nesta pesquisa.

No que se refere ao cultivo de mandioca, observou-se maior área plantada e produtividade durante a época de normalidade chuvosa. Durante a estiagem, verificou-se uma redução de 26,7% na área colhida e 17,9% na produtividade em relação à época de normalidade. Em relação à época chuvosa, detectou-se redução de 30%, na variável área colhida, mas apresentou aumento de 20% na produtividade, quando comparada à época de normalidade chuvosa. Assim, verifica-se que a cultura da mandioca é mais suscetível a insuficiência hídrica que ao excesso dessa, apresentando melhor

desenvolvimento quando as chuvas se mantêm mais estáveis, apesar de expressar maior produtividade na época chuvosa.

Na lavoura de milho, também se observou maior área plantada e produtividade quando as precipitações foram normais. Nos anos em que as chuvas foram enquadradas na época de estiagem, detectou-se uma redução de 45,3% na área plantada e 63% na produtividade em relação a época de normalidade chuvosa. Já nos anos em que as chuvas foram enquadradas na época chuvosa, verificou-se redução de 53,5%, 0,4% na área plantada e produtividade, respectivamente quando comparada aos anos em que as chuvas foram normais. Assim, verifica-se que a cultura do milho é mais suscetível à deficiência hídrica que ao excesso de chuvas, pouco tendo sua produtividade afetada nessa época.

Os coeficientes de todas as culturas foram, em grande parte considerados muito altos quando comparados aos limites impostos por Gomes (1985), com exceção dos valores de produtividade encontrados no três regimes estudados na cultura da mandioca que foram considerados médio na estiagem e alto na época chuvosa e de normalidade e o valor de produtividade obtido na época de normalidade na cultura do milho, também considerado alto.

Os resultados demonstram que, apesar das lavouras de feijão, mandioca e milho serem bastante disseminadas no município de Miraíma, estas são bastante instáveis, muito devido ao fato de serem cultivadas em regime de sequeiro, altamente dependente das chuvas, ocasionando também grande instabilidade econômica e alimentar nas famílias dependentes destas culturas.

5.3 Estimação das Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) para Arneiroz e Miraíma

Na Tabela 5 mostram-se as Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) associadas às áreas colhidas e às produtividades da terra de feijão, mandioca e milho para Arneiroz e para feijão e milho em Miraíma, tendo em vista que as áreas colhidas de mandioca em Miraíma praticamente foram zeradas na maioria dos anos em que a pesquisa se realizou.

Tabela 5: Estimativas para as Taxas Geométricas de Crescimento (TGC) das áreas colhidas e produtividades de feijão, mandioca e milho em Arneiroz e Miraíma entre 1974 e 2017

Arneiroz					
Variável	Constante		Coefficiente de regressão		R²
	Coefficiente	Significância	Coefficiente	Significância	
Área Feijão	7,765*	0,000	-0,005	0,458 ^{NS}	0,013
Produtividade Feijão	4,956*	0,000	-0,006	0,550 ^{NS}	0,008
Área Mandioca	3,207*	0,000	-0,023	0,017**	0,107
Produtividade Mandioca	9,183*	0,000	-0,018	0,009*	0,132
Área Milho	7,895*	0,000	-0,009	0,275 ^{NS}	0,005
Produtividade Milho	5,202*	0,000	0,003	0,835 ^{NS}	0,001
Miraíma					
Variável	Constante		Coefficiente de regressão		R²
	Coefficiente	Significância	Coefficiente	Significância	
Área Feijão	7,824*	0,000	-0,034	0,001*	0,337
Produtividade Feijão	6,039*	0,000	-0,018	0,406 ^{NS}	0,026
Área Milho	7,748*	0,000	-0,028	0,004*	0,248
Produtividade Milho	6,320*	0,000	0,008	0,460 ^{NS}	0,020

Fonte: Valores estimados a partir dos dados do IBGE.

Observações: * significativamente diferente de zero ao menos ao nível de 1% de erro; **significativamente diferente de zero ao menos a 5% de erro; NS não significativamente diferente de zero ao menos a 10% de erro.

Observa-se que em Arneiroz somente os coeficientes de regressão associados às áreas colhidas e produtividade da terra para mandioca e milho foram significativamente diferentes de zero. Para estes casos as TGC estimadas foram de respectivamente -2,3% ao ano e -1,8% ao ano. Essas foram as taxas que em média essas duas variáveis decrescerem no município entre 1989 e 2017. (Tabela 5).

Em Miraíma, apenas os coeficientes de regressão associados às áreas colhidas com feijão e milho foram estatisticamente diferentes de zero. Neste caso a TGC = -3,4% ao ano evidenciou como foi elevado o nível de queda de área anual de feijão neste município, enquanto que a TGC = -2,8% evidenciou o nível de queda de área anual de milho. (Tabela 5).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os objetivos impostos na pesquisa foram alcançados, confirmando os questionamento e suposições feitas. Os resultados encontrados na pesquisa, evidenciam como a pluviometria tende a apresentar instabilidade nos municípios estudados.

Sabe-se que há um predomínio do cultivo de lavouras de sequeiro, especialmente das culturas de feijão, mandioca e milho, estudadas nesta pesquisa na região semiárida brasileira a qual são pertencentes os municípios de Arneiroz e Miraíma, aqui usados como objeto de estudo. Tem-se conhecimento também, que tais lavouras, como não fazem uso de tecnologias de irrigação, são extremamente dependentes da água proveniente das chuvas que, como foi acusado nos coeficientes de variação, é de grande instabilidade na região, tornando o retorno econômico e alimentar para as famílias praticantes desta atividade extremamente incerto, tal como foi observado junto aos coeficientes de variação obtidos neste estudos, sendo grande parte considerados muito elevados.

Desse modo, foi verificada nesta pesquisa que as variáveis área colhida, produção e produtividade das três culturas estudadas se mostraram bastante suscetíveis à instabilidade hídrica ocorrida durante os anos de 1974 a 2017, apresentando os menores valores durante a época de estiagem.

A área colhida é dependente das adversidades climáticas dos locais, bem como do total de área que foi plantado pelos agricultores no ano em estudo. A produtividade é dependente das variações de área colhida e produção sendo que esta, por sua vez, é dependente das adversidades climáticas e da área plantada pelos agricultores. Desse modo, verifica - se uma interdependência destas variáveis.

Como solução para os problemas de instabilidade na produção observados na pesquisa, propõe-se a utilização de tecnologias que proporcionem o armazenamento de água para ser utilizada na irrigação das culturas durante a época de estiagem. No entanto, como sabe-se que pode ocorrer vários anos seguidos de estiagem, impossibilitando o armazenamento de água, indica-se também, o uso de cultivares melhoradas que apresentem maior resiliência ao déficit hídrico observado com tanta frequência nos municípios estudados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, LJ de O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. Embrapa Solos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2010.

AIDAR, H. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do feijoeiro comum em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação**. Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2003.

ALVARENGA, R. C. et al. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

ALVES, Jose Jakson. **Geocologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro**. CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 2, n. 1, 2007.

ALVES, Jose Jakson Amancio; DE ARAÚJO, Maria Aparecida; DO NASCIMENTO, Sebastiana Santos. **Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica**. Revista Caatinga, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Políticas de de Desenvolvimento Regional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=0aa2b9b5-aa4d-4b55-a6e1-82faf0762763&groupId=24915>. Acesso em: 07 set. 2019.

BRASIL, PAN. Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. PAN-Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

COÊLHO, Jackson Dantas. **Produção de grãos – feijão, milho e soja**. 2018. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/3585904/graos_33-2018.pdf/ed76744b-3ae6-ef50-43f2-f4e72c457f10>. Acesso em: 06 set. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento: **Análise mensal do Feijão**. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-feijao/item/download/24680_32d1b2a37a591099b54919025d21f01b>. Acesso em: 07 set. 2019.

CONTI, José Bueno. **O conceito de desertificação**. CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 3, n. 2, 2008.

CORREIA, Rebert Coelho et al. **A região semiárida brasileira**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2011.

CRUZ, J. C. et al. **Coleção 500 perguntas, 500 respostas sobre milho**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2011.

CUNHA, Tony Jarbas Ferreira et al. **Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2010.

DA SILVA, Flávio Hugo Barreto Batista et al. **Principais solos do semi-árido do**

Nordeste do Brasil: "Dia de Campo". In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CURSO [SOBRE] MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2., 2006, Juazeiro-BA. Palestras... Juazeiro, BA: MAPA; SFA-BA; Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos, 2006., 2006.

DE ARAUJO FILHO, J. A.; DE CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga.** Embrapa Caprinos e Ovinos-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1997.

DE FÁTIMA BORGES, Maria; FUKUDA, Wânia Maria Gonçalves; ROSSETTI, Adroaldo Guimarães. **Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.

DE LEMOS MARTINS, Tathiane Agra; BITTENCOURT, Leonardo Salazar; KRAUSE, Cláudia Mariz de Lyra Barroso. **Contribuição ao zoneamento bioclimático brasileiro: reflexões sobre o semiárido nordestino.** Ambiente Construído, v. 12, n. 2, p. 59-75, 2012.

DE MATTOS, P. L. P.; FARIAS, Alba Rejane Nunes; FERREIRA FILHO, José Raimundo. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006., 2006.

Diário Econômico ETENE. **Produção de feijão do Nordeste deverá crescer em 2018.** 2018. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/1342439/3837452/143_10_09_2018.pdf/bb597dbb-f6b1-ad1a-8957-9b354fe4f6fe>. Acesso em: 07 set. 2019.

EDUCA MAIS BRASIL. **Clima Semiárido.** 2019. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/clima-semiarido>>. Acesso em: 15 out. 2019.

FAO. Faostat – Statistics Database. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/?#data/QC/visualize>>. Acesso em 7 set. de 2019.

FUNCEME. **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.** 2019. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 15/07/2019.

GARCIA, C.H. **Tabelas para classificação do coeficiente de variação.** Piracicaba: IPEF, 1989. 12p. (Circular técnica, 171).

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 13.ed. São Paulo: ESALQ/USP, 1985. 467p

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 07 set. 2019.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal.** Rio de janeiro: IBGE, 2018.

IPECE. O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará: **Perfil básico municipal, Arneiroz.** 2017. Disponível em <https://www.ipece.ce.gov.br/wp->

content/uploads/sites/45/2018/09/Arneiroz_2017.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

IPECE. O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará: **Perfil básico municipal, Miraima**. 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Miraima_2017.pdf. Acesso em: 27 out. 2019.

LEMOS, José de Jesus Sousa. **Desertification of Drylands in Northeast of Brazil**. Riverside, California. Working Paper. Department of Economics. University of California, USA. 1995

LEMOS, José de Jesus Sousa.; BEZERRA, Filomena Nádia Rodrigues. **Instabilidade pluviométrica e expectativas na produção de grãos no semiárido do estado do Ceará**, Brasil. Fortaleza, 2019.

LOIOLA, Maria Iracema Bezerra; ROQUE, Alan de Araújo; OLIVEIRA, Ana Cláudia Pereira de. **Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro**. Revista Ecologi@: Artigos de Divulgação, v. 4, p. 14-19, 2012.

MARENGO, José A. et al. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas, v. 1, 2011.

MARQUES, F. A. et al. **Solos do Nordeste**. Embrapa Solos-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E), 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 05 out. 2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2007. **Atlas das áreas susceptíveis a desertificação no Brasil**. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_9b19d1f0-2484-4ef4-8503-0a900bebf6b?_=159542por.pdf. Acesso em: 06 nov. 2019

MOURA, Magna Soelma Beserra de et al. **Clima e água de chuva no Semi-Árido**. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159649/1/OPB1515.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2018.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1989

NUNES, José Alfredo; MEDEIROS, Beatriz Macêdo; BEIRIGO, Raphael Moreira. **Fatores de formação e diversidade de solos no semiárido paraibano**, [201-]

OLIVEIRA, WM de; CHAVES, I. de B.; LIMA, ERV de. **Índices espectrais de vegetação de caatinga em um neossololítico do semiárido paraibano**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, v. 14, p. 2103-2110, 2009.V

PINHEIRO, José Carlos Durans. **A realidade da mandioca no Maranhão**. 2. ed. São Luís: Editora Pascal, 2019.

PROGRAMA DE AÇÃO ESTADUAL DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO – PAE/CE: 1º Seminário dos gestores. 2009. Disponível em:

<<https://www.al.ce.gov.br/index.php/publicacoes-inesp?download=166:inesp-pub-acao-combate-desert&start=60>>. Acesso em: 10 out. 2019.

REVISTA VISÃO AGRÍCOLA: **A cadeia produtiva do milho**. Piracicaba: UspEsalq, n. 13, jul. 2015. Semestral. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/milho>>. Acesso em: 11 out. 2019.

SÁ, I. B. et al. **Processos de desertificação no Semiárido brasileiro**. Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2010.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, Maria do Socorro B.; SAMPAIO, Yony SB. **Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil**. Revista de Geografia, Recife, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.

SORENSEN, A.T. **Equilibrium Price Dispersion in Retail Markets for Prescription Drugs**. *Journal of Political Economy*. Chicago. vol. 108. P.833- 850. 2000. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/3b1a/6ba76440c8095d7dcc5e07317461ba38923d.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/>>. Acesso em: 23 out. 2019.

WOOLDRIDGE, J.M. **Introdução à Econometria: Uma abordagem Moderna**. São Paulo. Cengage. 2013