



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**MELYSSA DA SILVA MOREIRA PINHEIRO**

**EFEITOS DA INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DE  
LAVOURAS DE SEQUEIRO NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ:  
CASOS DE LIMOEIRO DO NORTE E MORADA NOVA**

**FORTALEZA**

**2019**

MELYSSA DA SILVA MOREIRA PINHEIRO

EFEITOS DA INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DE  
LAVOURAS DE SEQUEIRO NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ: CASOS  
DE LIMOEIRO DO NORTE E MORADA NOVA

Monografia apresentada a Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Área de concentração: Economia Rural.

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)

---

- P721e Pinheiro, Melyssa da Silva Moreira.  
Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a produção de lavouras de sequeiro no semiárido do estado do Ceará : casos de Limoeiro do Norte e Morada Nova / Melyssa da Silva Moreira Pinheiro. – 2019.  
52 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. Produção Agrícola Familiar. 2. Produção de Alimentos. 3. Secas. 4. Desertificação. I. Título.  
CDD 630
-

MELYSSA DA SILVA MOREIRA PINHEIRO

EFEITOS DA INSTABILIDADE PLUVIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DE  
LAVOURAS DE SEQUEIRO NO SEMIÁRIDO DO ESTADO DO CEARÁ: CASOS  
DE LIMOEIRO DO NORTE E MORADA NOVA

Monografia apresentada a Coordenação do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Área de concentração: Economia Rural.

Aprovada em: 13/11/2019

BANCA EXAMINADORA

---

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

---

Jamile Ingrid de Almeida  
Mestranda em Economia Rural da UFC  
Pesquisadora do Laboratório do Laboratório do Semiárido (LabSar)

---

Milena Monteiro Feitosa  
Mestre em Economia Rural pela UFC

A Deus, por sua infinita misericórdia e  
bondade em minha vida.

À minha mãe e esposo, por todo apoio e  
amor.

Ao meu cachorrinho, pelo  
companheirismo e amor incondicional.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pela vida, a saúde e a força para viver e lutar pela conquista dos objetivos.

A minha mãe por todo o esforço em me dar uma educação de qualidade e por todo o apoio durante a graduação e durante a vida.

Ao meu esposo pelo companheirismo, suporte, amor e incentivo.

A minha família por todo o incentivo aos estudos, em especial a minha irmã Deyane.

Ao meu cachorrinho pelo amor incondicional em todos os momentos da vida.

Ao meu querido professor José de Jesus Sousa Lemos pela paciência e ensinamentos durante toda a minha graduação e durante a produção desse trabalho.

Aos meus colegas de curso por todo o companheirismo e compartilhamento de experiências, em especial a Laura, a Amanda e ao grupo Agrotretas.

Aos meus amigos da vida, por todo o apoio e incentivo nessa jornada acadêmica.

Ao LabSar por todos os anos de aprendizado e experiências.

Aos meus colegas de laboratório pelo companheirismo na área acadêmica, em especial a Milena e Marcelo, que se tornaram amigos da vida.

A UFC pelas condições propícias no amparo para a complementação da minha formação acadêmica.

À Coordenação do curso de Agronomia pelo auxílio nos procedimentos necessários por todos esses anos de Faculdade.

A empresa Fértil Vida por ter me recebido para estágio voluntário, fortalecendo meu aprendizado.

Ao Sesc Iparana, colaboradores e colegas de trabalho pela oportunidade de estágio e aprendizado, durante esse último ano de graduação.

Aos membros da banca examinadora, em especial a Jamile, pela disponibilidade e as valiosas colaborações durante a produção desse trabalho.

Nosso medo mais profundo  
não é o de sermos inadequados.  
Nosso medo mais profundo  
é que somos poderosos  
além de qualquer medida.

É a nossa luz, não as nossas trevas  
O que mais nos apavora.

Nós nos perguntamos:  
Quem sou eu para ser Brilhante,  
Maravilhoso, Talentoso e Fabuloso?

Na realidade,  
Quem é você para não ser?

Você é filho do Universo.  
Você se fazer de pequeno  
não ajuda o mundo.

Não há iluminação em se encolher,  
Para que os outros  
não se sintam inseguros  
Quando estão perto de você.

Nascemos para manifestar  
a glória do Universo  
Que está dentro de nós.

E conforme deixamos nossa própria luz brilhar,  
Inconscientemente  
Damos às outras pessoas,  
permissão para fazer o mesmo.

E conforme nos libertamos  
Do nosso medo,  
Nossa presença, automaticamente,  
Liberta os outros.

Nelson Mandela

## RESUMO

O Semiárido brasileiro é o maior em território e também é a mais populosa região semiárida do mundo. Sua precipitação pluviométrica é caracterizada por ser distribuída de forma irregular e concentrada em poucos meses do ano, geralmente no primeiro semestre. A maior parte do Semiárido do Brasil situa-se no Nordeste do País, onde o Ceará é o estado com a maior participação de municípios reconhecidos oficialmente como pertencentes ao ecossistema. As características climáticas o tornam suscetível ao fenômeno das secas e também à desertificação, que também tem a ação humana como indutora. Dentre os municípios do Ceará que estão inseridos no semiárido, destacam-se para este estudo Limoeiro do Norte e Morada Nova, localizados na Microrregião do Vale do Jaguaribe. A escolha desses municípios se justifica pelo fato de estarem incluídos nas áreas sujeitas à desertificação (ASD) do Ceará. A pesquisa objetiva mostrar a evolução da precipitação pluviométrica em Limoeiro do Norte e Morada Nova no período de 1974 a 2017, caracterizando os níveis de pluviometria de acordo com a sua intensidade, aferindo as instabilidades em cada um desses períodos e avaliar como se comportam lavouras alimentares de sequeiro (feijão, mandioca e milho) em cada um desses períodos. Utilizaram-se dados do IBGE e da FUNCEME e aferiram-se os coeficientes de variação (CV) para medir a instabilidade/estabilidade dos diferentes tipos de clima para os municípios selecionados no estudo. Utilizou-se também o CV como medida de instabilidade/estabilidade das produtividades da terra, áreas colhidas e preços médios das lavouras, avaliados dentro de cada um dos regimes pluviométricos identificados na pesquisa. Os resultados mostram que as pluviometrias anuais observadas se concentram nos meses de janeiro a junho de cada ano e confirmam instabilidades pluviométricas nos dois municípios selecionados para o estudo e períodos de estiagem com elevadas probabilidades de ocorrência. Conclui-se que as instabilidades climáticas se transmitem às instabilidades nas produções de feijão, mandioca e milho nos municípios.

**Palavras-chave:** Produção Agrícola Familiar; Produção de Alimentos; Secas; Desertificação.



## **ABSTRACT**

The Brazilian Semi-arid is the largest in territory and is also the most populous semi-arid region in the world. Its rainfall is characterized by being irregularly distributed and concentrated in a few months of the year, usually in the first six months. Most of Brazil's semi-arid region is located in the Northeast of the country, where Ceará is the state with the largest participation of municipalities officially recognized as belonging to the ecosystem. The climatic characteristics make it susceptible to the drought phenomenon and desertification, which also has human action inducing. Among the municipalities of Ceará in the semi-arid, stand out for this study Limoeiro do Norte and Morada Nova, located in the Jaguaribe Valley Micro region. The choice of these municipalities is justified by the fact that they are included in the areas subject to desertification (ASD) of Ceará). The research aims to show the evolution of rainfall of Limoeiro do Norte and Morada Nova from 1974 to 2017, characterizing rainfall levels according to their intensity, assessing the instabilities in each of these periods and assess how food crops (beans, cassava and maize) behave in each of these municipalities. Data from IBGE and FUNCEME were used and coefficients of variation (CV) were used to measure the instability / stability of different climate types for the municipalities. It was also used the CV as a measure of instability / stability of land productivity, harvested areas and average crop prices, evaluated within each rainfall period identified in the research.

**Key words:** Farm Agricultural Production; Dry Food Production; Drought; Desertification.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Nova delimitação do semiárido brasileiro (2017).....	19
Figura 2	– Mata Branca.....	21
Figura 3	– Cerrado Brasileiro.....	22
Figura 4	– Delimitação do Semiárido Cearense.....	24
Figura 5	– Área de Incidência de Secas no Brasil.....	27
Figura 6	– Núcleos de desertificação.....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Flutuações pluviométricas anuais e de janeiro/junho de 1974 a 2017 em Limoeiro do Norte.....	43
Gráfico 2 – Flutuações pluviométricas anuais e de janeiro/junho de 1974 a 2017 em Morada Nova.....	43
Gráfico 3 – Trajetórias das pluviometrias anuais em Limoeiro do Norte e Morada Nova de 1974 a 2017.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Totais de municípios nos estados que tem semiárido reconhecido oficialmente e participação relativa dos municípios do semiárido nos totais dos estados.....	20
Tabela 2	– Produtividade média (kg/ha) de feijão, mandioca e milho no Brasil, Ceará, Limoeiro do Norte e Morada Nova de 1974 a 2017.....	36
Tabela 3	– Estatísticas descritivas das precipitações pluviométrica dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, no período de 1974 a 2017.....	44
Tabela 4	– Números de anos, médias e coeficientes de variação da pluviometria em Limoeiro do Norte, observada de 1974 a 2017, nos regimes definidos na pesquisa com base na série histórica do Ceará.....	45
Tabela 5	– Números de anos, médias e coeficientes de variação da pluviometria em Morada Nova, observada de 1974 a 2017, nos regimes definidos na pesquisa com base na série histórica do Ceará.....	45
Tabela 6	– Coeficientes de variação (CV) das variáveis agrícolas em cada uma modalidade climática.....	46

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores de desertificação segundo a Conferência das Nações Unidas.....	29
Quadro 2 – Consequências da desertificação.....	30
Quadro 3 Mecanismos de resistência à seca.....	31
Quadro 4 – Variáveis utilizadas no estudo.....	37
Quadro 5 – Classificação do CV, de acordo com sua amplitude.....	42
Quadro 6 – Classificação da pluviometria no semiárido cearense, considerando a média e o desvio-padrão da distribuição de chuvas observadas de 1974 a 2017.....	43
Quadro 7 – Regimes pluviométricos para o Ceará, no período de 1947 a 2017.....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ASA -</b>	Articulação do Semiárido Brasileiro
<b>ASD -</b>	Áreas Susceptíveis à Desertificação
<b>CONAB -</b>	Companhia Nacional de Abastecimento
<b>EMBRAPA -</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>ETP -</b>	Evapotranspiração Potencial Anual
<b>ETENE -</b>	Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste
<b>FDN-</b>	Plano de Desenvolvimento do Nordeste
<b>FAO -</b>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
<b>FUNCEME -</b>	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos e Hídricos
<b>IA -</b>	Índice de Aridez
<b>IBGE -</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDH -</b>	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>IGP-ID -</b>	Índice Geral de Preços
<b>IPECE -</b>	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
<b>MAPA -</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MMA -</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>MIN -</b>	Ministério da Integração Nacional
<b>ONU -</b>	União das Nações Unidas
<b>PAM -</b>	Pesquisa Agrícola Municipal
<b>PAN-BRASIL -</b>	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
<b>SUDENE -</b>	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Semiárido brasileiro.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Semiárido cearense.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3</b>	<b>Desafios do semiárido cearense.....</b>	<b>25</b>
2.3.1	<i>Instabilidade pluviométrica no semiárido cearense.....</i>	26
2.3.2	<i>Secas.....</i>	26
2.3.3	<i>Desertificação.....</i>	28
<b>2.4</b>	<b>Lavouras em regime de sequeiro no Nordeste brasileiro</b>	<b>31</b>
2.4.1	<i>Lavoura de Feijão.....</i>	32
2.4.2	<i>Lavoura de Mandioca.....</i>	33
2.4.3	<i>Lavoura de Milho.....</i>	34
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Matriz de dados .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização das áreas de estudo.....</b>	<b>38</b>
3.2.1	<i>Características do Município de Limoeiro do Norte.....</i>	39
3.2.2	<i>Características do Município de Morada Nova.....</i>	39
<b>3.3</b>	<b>Procedimentos metodológicos.....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>47</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>

## 2 INTRODUÇÃO

Regiões semiáridas são caracterizadas, de modo geral, pela aridez do clima, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos raros, cristalinos, e pobres em nutrientes (SILVA, 2006)

O Semiárido brasileiro é o mais chuvoso do planeta, tendo em média, de 200 a 800 mm anuais. Sua precipitação pluviométrica é caracterizada por ser distribuída de forma irregular em todo semiárido e concentrada em poucos meses do ano, geralmente no primeiro semestre (ASA BRASIL, 2019). Ocupa uma área de 1.128.697 km<sup>2</sup>, tendo 27.870.241 habitantes e abrangendo 1262 municípios (MIN, 2017).

A maior parte do Semiárido do Brasil situa-se no Nordeste do país, onde dos seus nove estados, metade tem mais de 85% de sua área caracterizada como semiárida, sendo o Ceará o que possui a maior parte de seu território com esse perfil (ASA BRASIL, 2019). De acordo com MIN (2017), o Ceará possui 175 dos seus 184 municípios (95%) atualmente reconhecidos oficialmente pelo governo Federal como estando inseridos no semiárido para todos os efeitos legais de inserção de políticas públicas para essa região. Esta característica o torna suscetível ao fenômeno das secas e também à desertificação.

Dentre os municípios do Ceará que estão inseridos no semiárido, destacam-se para este estudo Limoeiro do Norte e Morada Nova, ambos localizados na Microrregião do Vale do Jaguaribe. A escolha destas localidades justifica-se pelo fato de que, segundo o IPECE (2018), o município de Morada Nova faz parte do Núcleo de Desertificação de Jaguaribe – Núcleo III. Já o município Limoeiro do Norte, se encontra com nível de ocorrência “moderado” para desertificação.

O setor primário, voltado para a produção agrícola de sequeiro, é a segunda maior atividade econômica de Limoeiro do Norte e terceira maior atividade econômica em Morada Nova destacando-se na produção agrícola de culturas de subsistência como feijão, mandioca e milho, que são as culturas abordadas nesse estudo.

O cultivo dessas lavouras constitui a base da sobrevivência de muitas famílias rurais desses municípios, portanto são importantes para garantir a segurança alimentar e renda das mesmas. Muitas dessas lavouras são produzidas sem a utilização de tecnologias modernas como irrigação e mecanização, que auxiliam no aumento da produtividade, por isso dependem quase que exclusivamente das chuvas para se reproduzirem. Normalmente, são cultivadas no primeiro semestre de cada ano, período considerado “chuvoso” na região semiárida do Ceará (COSTA FILHO, 2019).



Visto que é necessário o fortalecimento das pesquisas e considerando a importância desse debate, busca-se com esse trabalho analisar o efeito da instabilidade pluviométrica sobre a instabilidade associada às variáveis endógenas que definem a produção de lavouras de sequeiro no semiárido cearense, sobretudo nos municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova. Os dados da pesquisa se estendem de 1974 a 2017, período em que há disponibilidade da distribuição pluviométrica para os dois municípios, tendo a instabilidade pluviométrica, medida pelos respectivos coeficientes de variação, nos municípios.

A hipótese do estudo é que para ambos os municípios as precipitações pluviométricas observadas no período de estiagem (a ser delimitado na pesquisa), além de apresentarem medidas menores tem maiores instabilidades em Limoeiro do Norte e Morada Nova. A pesquisa também testará a hipótese de que as variáveis ligadas às produções das lavouras de sequeiro (feijão, mandioca e milho) também apresentam maiores instabilidades nos períodos de estiagem.

Ancorado na discussão realizada até aqui a pesquisa tem como objetivo geral mostrar a evolução da precipitação pluviométrica de Limoeiro do Norte e Morada Nova no período de 1974 a 2017, caracterizando os níveis de pluviometria de acordo com a sua intensidade, aferindo as instabilidades em cada um desses períodos e avaliar como se comportam lavouras alimentares de sequeiro (feijão, mandioca e milho) em cada um desses períodos.

De forma específica a pesquisa objetiva:

A– Comparar as trajetórias das precipitações pluviométricas anuais em Limoeiro do Norte e Morada Nova entre os meses de janeiro e junho e entre janeiro e dezembro no período de 1974 a 2017;

B - Traçar as trajetórias da flutuação das precipitações anuais (janeiro a dezembro) de chuvas dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, comparativamente ao que acontece no Estado do Ceará cujas pluviometrias foram classificadas em períodos de estiagem, de normalidade e chuvoso;

C – Aferir as probabilidades de ocorrência, bem como as instabilidades pluviométricas anuais, em Limoeiro do Norte e Morada Nova nos períodos de estiagem, normalidade e chuvoso;

D - Avaliar a instabilidade/estabilidade das variáveis: área colhida, produtividade, produção e preço médio de feijão, mandioca e milho em cada um dos regimes

pluviométricos identificados na pesquisa, nos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, no mesmo período de 1974 a 2017.

Para a análise, serão apresentadas cinco seções, incluindo esta introdução que também incorpora as hipóteses, bem como os objetivos da pesquisa. Na Seção 2 aborda-se a fundamentação teórica para o presente estudo, fazendo-se uma caracterização do semiárido Nordestino, dificuldades encontradas no semiárido, dando ênfase ao semiárido cearense, além de uma breve explicação sobre instabilidade pluviométrica e produção de sequeiro. A Seção 3 apresenta a metodologia, bem como a fonte dos dados. Na Seção 4, há a discussão dos resultados. Por fim, seguem as Considerações Finais na Quinta e última Seção do estudo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são definidos os principais conceitos utilizados na pesquisa, enfatizando a instabilidade pluviométrica no semiárido brasileiro e dificuldades encontradas no semiárido, dando ênfase ao semiárido cearense, além de uma breve explicação sobre produção de sequeiro.

### 2.1 Semiárido brasileiro

As regiões áridas e semiáridas espalham-se por todos os continentes do globo, ocupando 1/3 de toda a superfície da terra e abrigando cerca de 1/6 de toda a população. Foram as primeiras áreas a serem povoadas em toda a história humana. Nelas se ergueram ricos impérios e majestosas civilizações que deram início a modernidade da cultura ocidental e oriental (LEMOS, 2015).

Essas civilizações descobriram a matemática, física, astronomia, astronáutica e agricultura. Os estudos de hidráulica e as tecnologias primas de irrigação também foram produtos dessas regiões, bem como as primeiras viagens intercontinentais e o povoamento dos outros continentes (LEMOS, 2015). Evidenciando que fatores climáticos nem sempre interferem de forma negativa na formação de uma cultura ou na produção do conhecimento.

O semiárido é caracterizado por forte insolação, temperaturas relativamente altas e regime de chuvas marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período, em média, de três meses, apresentando reservas de água insuficientes em seus mananciais (MOURA *et al*, 2007).

Segundo o Ministério Nacional da Integração (2017), os critérios para delimitação do Semiárido são precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

O semiárido brasileiro é o maior em território e também é a mais populosa região semiárida do Mundo. A região é composta pelos Estados do Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, sendo 1.262 municípios semiáridos distribuídos nesses estados (MIN, 2017), conforme se mostram as figuras 1 e 2.

Observa-se que a maior parte do Semiárido Brasileiro está situada na região Nordeste do país, estendendo-se também por parte do norte do estado de Minas Gerais, ocupando pouco menos de 20% do território do estado, o que corresponde a 91

municípios. No Nordeste, dos seus nove estados, metade tem mais de 85% de sua área caracterizada como semiárida, dos 9 estados, 4 possuem mais de 80% caracterizada como semiárido sendo o Ceará o que possui a maior território semiárido, dos seus 184 municípios, 175 foram reconhecidos pelo Ministério da Integração Nacional como semiárido. Isso corresponde a cerca de 95% do território do estado.

Figura 1 – Nova delimitação do semiárido brasileiro (2017).



Fonte: SUDENE/CONDEL (2017)

Tabela 1- Totais de municípios nos estados que tem semiárido reconhecido oficialmente e participação relativa dos municípios do semiárido nos totais dos estados.

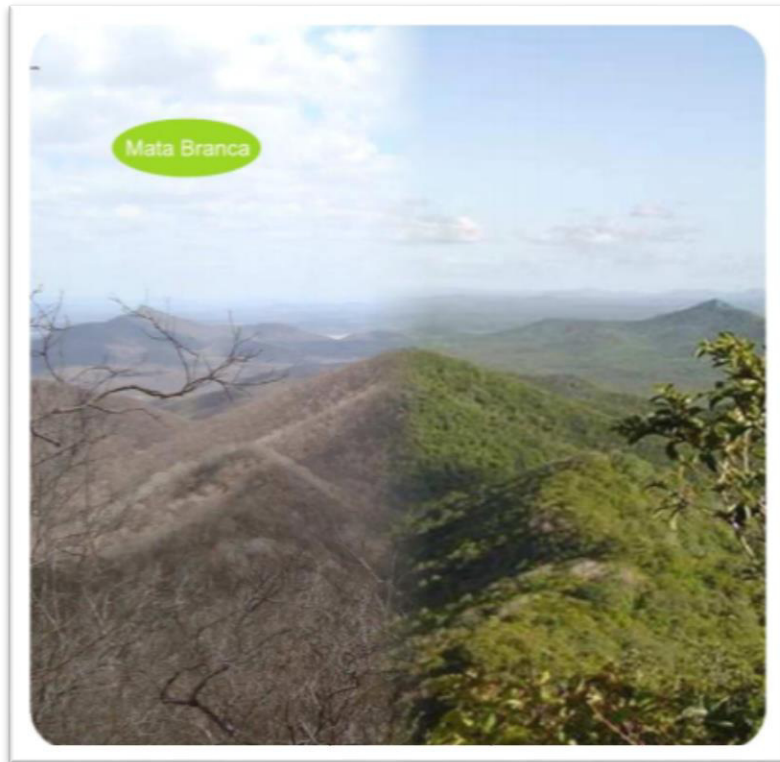
<b>Delimitação do Semiárido Brasileiro</b>			
<b>Estados</b>	<b>Total de Municípios</b>	<b>Municípios no Semiárido</b>	<b>Relação Semiárido/ Estado (%)</b>
<b>Alagoas</b>	102	38	37,25
<b>Bahia</b>	417	278	66,67
<b>Ceará</b>	184	175	95,11
<b>Maranhão</b>	217	2	0,92
<b>Paraíba</b>	223	194	87,00
<b>Pernambuco</b>	185	123	66,49
<b>Piauí</b>	224	185	82,59
<b>Rio Grande do Norte</b>	167	147	88,02
<b>Sergipe</b>	75	29	38,67
<b>NORDESTE</b>	<b>1794</b>	<b>1171</b>	<b>65,27</b>
<b>Minas Gerais</b>	853	91	10,67
<b>BRASIL</b>	<b>5570</b>	<b>1262</b>	<b>22,66</b>

Fonte: Elaboração própria, baseado em SUDENE/CONDEL (2017)

A região semiárida é representada por uma grande abundância de paisagens e ambientes, sendo esta uma das principais características da região. No Semiárido têm-se dois biomas: a Caatinga e o Cerrado, que estão presentes em cerca de um terço do nosso território nacional (54% dos estados brasileiros e 34% dos municípios) (ASA BRASIL, 2019).

No Nordeste do Brasil a caatinga é a vegetação que predomina e que está inserida no contexto do clima semiárido. Os índios, primeiros habitantes da região, a chamavam assim porque na estação seca, a maioria das plantas perde as folhas, prevalecendo na paisagem a aparência clara e esbranquiçada dos troncos das árvores. Daí o nome Caatinga (caa: mata e tinga: branca) que significa “mata ou floresta branca” no tupi. Em períodos chuvosos a paisagem muda de esbranquiçada para tons de esverdeados (figura 2). Seu patrimônio biológico encontra-se dentro do território brasileiro, não existindo em nenhuma outra região do mundo (SENA, 2011).

Figura 2 – Mata Branca



Fonte: SENA (2011)

No mundo, existem outras regiões semiáridas, exemplos disso o Chile, a Ásia e a África, que possuem características semelhantes do clima semiárido e de regime irregular de chuvas. Porém, de acordo com Sena (2011), as espécies do Brasil com as dessas regiões, verificaram que as espécies não apenas eram diferentes e exclusivas, como também apresentavam uma diversidade bem maior. Os episódios relacionados às variações climáticas (entre muito quente e muito frio) que ocorreram na região há milhares de anos tornaram diferente e peculiar o estabelecimento da vida se nessa região.

A Caatinga possui flora composta por árvores e arbustos caracterizados pela rusticidade, tolerância e adaptação às condições climáticas da região. A composição florística não é uniforme e pode variar de acordo com o volume das precipitações, da qualidade dos solos, da rede hidrográfica e da ação humana. Grande parte das plantas apresenta espinhos, microfilia, cutículas impermeáveis, caducifolia, sistemas de armazenamento de água em raízes e caules modificados e mecanismos fisiológicos que permitem classificá-las como plantas xerófilas. A Caatinga é considerada um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas. Apesar de sua importância biológica e das ameaças à sua integridade, cerca de 5% de sua área estão protegidos em

Unidades de Conservação Federais, o que permite classificar a Caatinga como um dos ecossistemas brasileiros menos protegido e mais ameaçado (SENA, 2011).

O segundo maior bioma brasileiro é o Cerrado (figura 3), sendo também um dos mais ameaçados do globo. Conhecido como “berço das águas”, possui as maiores reservas subterrâneas de água doce do mundo, alimentando as grandes bacias hidrográficas sul-americanas. Neste bioma, encontram-se três grandes aquíferos responsáveis pela formação e alimentação de rios continentais. Um deles e o mais conhecido é o aquífero Guarani que abastece a bacia hidrográfica do Paraná além de alguns rios da bacia Amazônica. Os outros dois aquíferos são o Bambuí e o Urucuaia, responsáveis pela formação e alimentação dos rios que integram a bacia do São Francisco e as sub-bacias hidrográficas do Tocantins e do Araguaia, entre outras localizadas no próprio bioma (ASA BRASIL, 2019).

A vegetação nativa do Cerrado é responsável pela alimentação dos lençóis profundos, contudo, devido à monocultura intensiva em equipamentos pesados e agroquímicos e pecuária extensiva, parte da vegetação já foi extinta gerando grande impacto no funcionamento dos corpos hídricos (ASA BRASIL, 2019).

Figura 3 – Cerrado Brasileiro



Fonte: Brasil Escola (2019)



A topografia da região semiárida é caracterizada por apresentar relevo plano a ondulado, com vales muito abertos, pela menor resistência à erosão dos xistos e outras rochas de baixo grau de metamorfismo, onde sobressaem formas abauladas esculpidas em rochas graníticas, gnáissicas e outros tipos de alto metamorfismo (MAREGO, 2006).

A combinação dos fatores climáticos (Isoieta de 800 mm, índice de aridez de Thorntwaite de até 0,50 e risco de seca (percentagem do número de dias com déficit hídrico igual ou superior a 60%)) que definem o semiárido de acordo com o MIN (2017), acarreta particularidades aos solos na região, como afirma Santos (2017): pouco desenvolvimento devido à escassa presença de água acarretando solos, predominantemente, menos profundos ou rasos; pouca incorporação de matéria orgânica devido à combustão seca em altas temperaturas e pouca presença de água.

Grande parte da matéria orgânica decomposta é levada pelos ventos antes de ser incorporada ao solo; forte erosão dos solos devido às chuvas torrenciais promovendo enxurradas; presença de minerais primários, constituintes dos materiais de origem, com baixo grau de intemperização (SANTOS, 2017).

Em seus estudos, Jacomine (1996), distribuiu percentualmente os solos da região semiárida brasileira, sendo cerca de 19,0% de Neossolos Litólicos, 21% de Latossolos, cerca de 14% de Argissolos, aproximadamente 13% de Luvisolos, em torno de 9% Neossolos Quartzarênicos e 9% Planossolos, cerca de 4% de Neossolos Regolíticos e 4% de Cambissolos. Podendo também ser encontrados cerca de 5% de Neossolos Flúvicos, Vertissolos, Chernossolos, entre outros, em pequenas extensões.

## **2.2 Semiárido cearense**

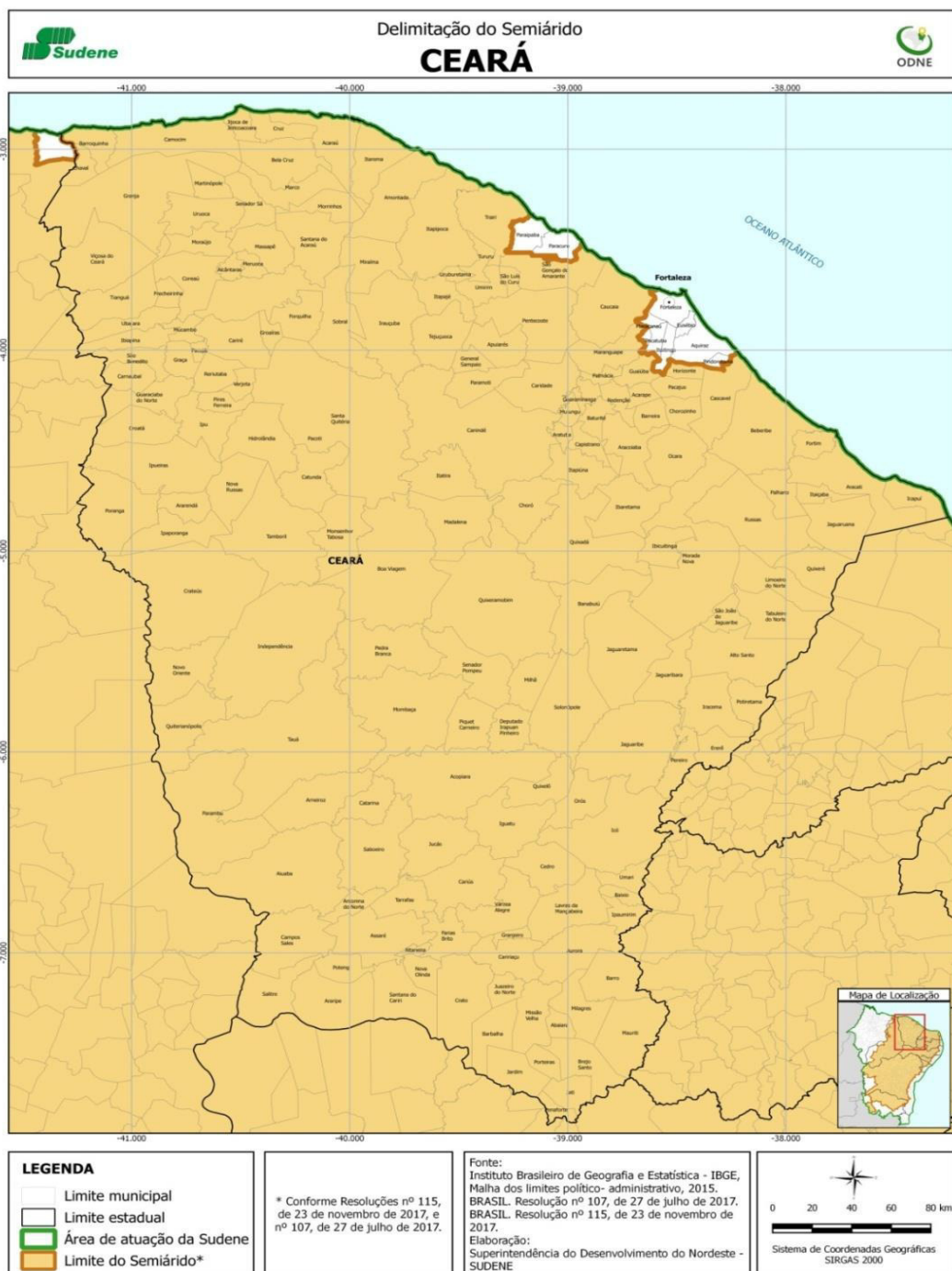
O estado do Ceará tem aproximadamente 146.889 km<sup>2</sup> sob ação do clima semiárido, representando aproximadamente 95% de seu território. De acordo com a divisão político-administrativa do estado, o Ceará possui 184 municípios, dos quais 175 estão inseridos oficialmente no semiárido (figura 4), fazendo do Ceará o estado com maior área territorial reconhecido pelo Governo Federal (MIN, 2017).

O clima semiárido do Ceará é caracterizado por temperaturas regulares com uma intensa insolação, em função das baixas latitudes equatoriais, com médias térmicas superiores a 26 C°, acentuada amplitude diuturna e elevadas taxas de evaporação e evapotranspiração (BARROS *et al*, 2015).



Os recursos hídricos apresentam-se, em sua maioria, insuficientes e intermitentes, exibindo níveis comprometedores de poluição, decorrentes principalmente dos grandes centros urbanos, das indústrias e do uso de técnicas agrícolas rudimentares (IPECE, 2016). Nota-se o predomínio de uma estação chuvosa durante de 3 a 5 meses, geralmente nos primeiros meses do ano, alternando-se com o período seco que permanece de 7 a 9 meses.

Figura 4 – Delimitação do Semiárido Cearense



Fonte: SUDENE/CONDEL (2017).

O Ceará apresenta grande diversidade de paisagens em suas unidades geoambientais. As superfícies sertanejas submetidas à semiaridez apresentam predominância da vegetação da caatinga. Por outro lado, nas regiões serranas como o Pico Alto de Guaramiranga (1.112m) e o Pico da Serra Branca (1.154m) possuem condições edáficas e climáticas melhores e podem ser classificadas como paisagens de exceção no contexto do semiárido (IPECE, 2016).

No que diz respeito aos aspectos pedológicos, pode-se afirmar que existe uma grande complexidade relacionada à distribuição espacial dos solos. No semiárido brasileiro o clima possui uma influência determinante em sua formação, pois é responsável por uma pequena alteração no manto superficial das rochas explicando a presença de solos rasos, chãos pedregosos e uma grande incidência de afloramentos rochosos (BARROS *et al*, 2015).

Nota-se que no semiárido cearense grande parte dos solos se encontra em estágio de degradação, em diferentes intensidades e por diversos motivos, gerando sérias preocupações, sobretudo para os riscos de se aumentar os processos de desertificação, como já ocorrem em algumas regiões do Ceará. O processo de reversão da desertificação não é fácil, uma vez que processos de formação e regeneração do solo são muito lentos e os custos podem ser elevados.

### **2.3 Desafios do semiárido cearense**

Geralmente questões como escassez hídrica e a seca são associadas aos problemas encontrados no Semiárido, principalmente devido às diferenças marcantes de precipitação pluviométrica anual de uma região para outra. Mesmo o semiárido brasileiro sendo o mais chuvoso do mundo, as chuvas não possuem regularidade na distribuição no tempo e no espaço, são concentradas em poucos meses e a maior parte de suas águas não são aproveitadas devido a evaporação e escoamento superficial.

A seca tem sido vista como a “vilã” do Semiárido, porém em muitos locais da região chega a chover acima de 800 mm anuais, quantidade que permite uma satisfatória produção agrícola.

Dessa forma o principal problema do semiárido não é a quantidade de chuvas e sim sua forma de distribuição, tanto no tempo como no espaço. Um só trimestre registrar até 90% da precipitação anual. Da mesma forma, dentro de um ciclo de cultivo, muitas vezes a quantidade de chuva precipitada seria suficiente para uma colheita satisfatória se bem distribuída ao longo do ciclo. Entretanto, ela se concentra em uma ou

duas chuvas e acaba não permitindo a produção e a colheita adequadas (EMBRAPA, 2000)

### 2.3.1 *Instabilidade pluviométrica no semiárido cearense*

Costa Filho (2019) afirma que a instabilidade no regime pluviométrico nas áreas de clima semiárido é uma das principais adversidades enfrentadas por aqueles que vivem nessas regiões, principalmente, pelos que exercem ocupações agropecuárias. A irregularidade das precipitações pluviométricas afeta diretamente as atividades agrícolas e várias partes do mundo. Nesses locais, a produção agropecuária é bastante instável, tendo como elemento definidor a ocorrência de “chuvas”.

No semiárido cearense, como em todo semiárido nordestino, a instabilidade pluviométrica, é uma das principais características dessa região do Brasil. Possui chuvas irregulares, tanto no tempo como no espaço, costumando ter longos períodos de estiagem. Essa irregularidade de chuvas na região possui influência direta na agricultura, principalmente sobre as chamadas lavouras de sequeiro, que dependem praticamente das precipitações pluviométricas (chuvas) para o seu desenvolvimento (COSTA FILHO, 2019).

Lemos *et al.* (2016) afirma que a instabilidade pluviométrica, em virtude da escassez cíclica de chuvas, má distribuição temporal e espacial, se constitui importante definidor da produção agrícola do Estado do Ceará, afetando, principalmente, as culturas praticadas pelos agricultores familiares que detêm pouca tecnologia e dependem das chuvas. Sendo assim, a instabilidade pluviométrica que é uma das principais características do semiárido nordestino, é uma variável diretamente relacionada com déficit hídrico que lavouras de sequeiro, como as de feijão, mandioca e milho abordadas nesse trabalho, que são culturas plantadas por grande parte agricultores familiares cearenses, tanto para subsistência como para venda.

### 2.3.2 *Secas*

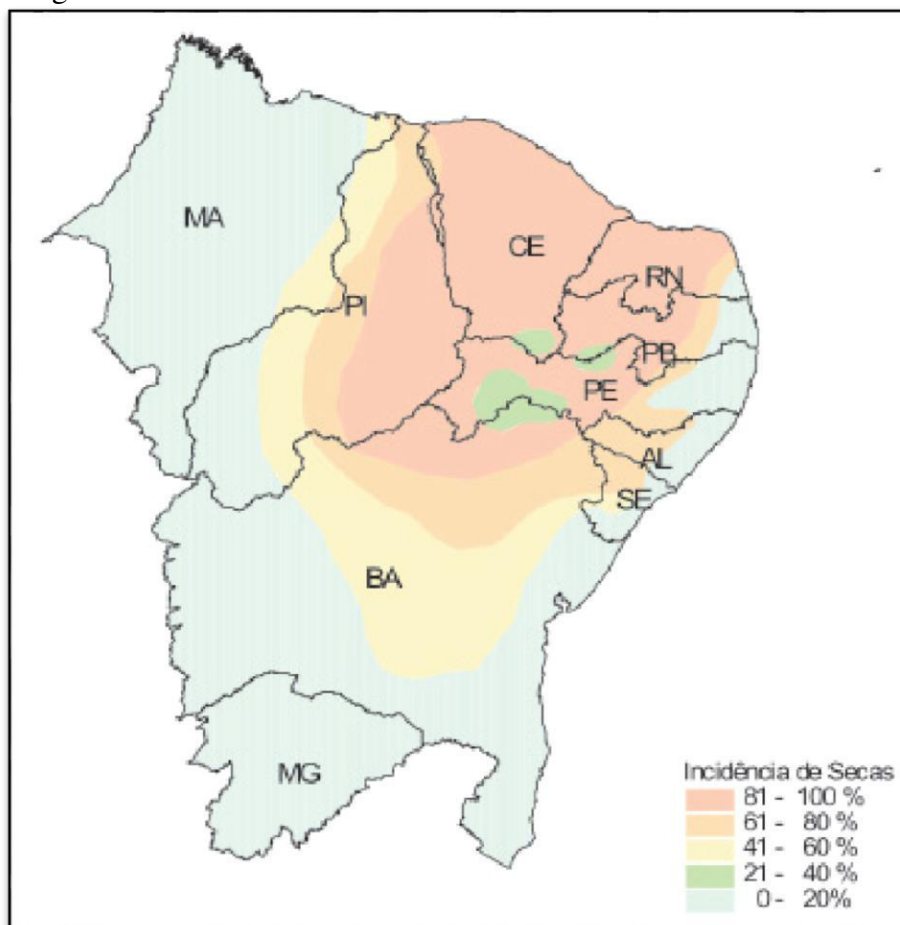
A seca pode ser definida como uma irregularidade em relação às condições de longo prazo de variáveis como precipitação, umidade do solo, água subterrânea e vazão fluvial. Costuma acontecer devido um índice de disponibilidade de água natural abaixo da média devido à variabilidade climática, resultando em taxas de precipitação baixas e/ou taxas de evaporação altas. Vale salientar que existe uma distinção entre a seca de aridez e a seca de escassez de água. Aridez é uma característica permanente de um

clima seco, enquanto que a seca é um desvio do clima de longo prazo. Seca é um fenômeno natural; já escassez de água ocorre quando a humanidade usa mais água do que há disponível naturalmente (DE NYS *et al*, 2016). A seca é um fenômeno natural, cuja duração e extensão acontecem de forma aleatória.

As secas não ocorrem de forma uniforme ao longo dos espaços semiáridos, podendo haver anos de seca total, com efeitos observados em todas as áreas da Região Semiárida, e anos de seca parcial, em que os problemas da seca são verificados apenas em algumas áreas. (PAN BRASIL, 2005).

Em 1989, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE instituiu uma área oficial de ocorrência de secas no Nordeste (PAN BRASIL, 2005). O estado do Ceará possui de 81 a 100% de chances de ocorrência de secas (Figura 5).

Figura 5 – Área de Incidência de Secas no Brasil



FONTE: CARVALHO, Otamar de et alii. Plano integrado para o combate preventivo aos efeitos das secas no Nordeste. Brasília: Ministério do Interior – MINTER, 1973, p. 141. (Redesenhado por Claudio A. G. Egler. Cf. CARVALHO, Otamar de & EGLER, Claudio A. G. Alternativas de desenvolvimento para o Nordeste semi-árido. Fortaleza, CE, Banco do Nordeste do Brasil, 2003.)

Considerada um dos principais fatores que afetam a segurança alimentar e a sobrevivência de mais de dois bilhões de pessoas em todo o planeta, a seca não pode ser prevista. Especialistas afirmam que, mesmo com toda a tecnologia existente, não há nada seguro que se possa prever além de 90 dias o que acontecerá em termos de pluviometria. No entanto, registros históricos apontam que as secas são cíclicas, repetindo-se fenômenos mais extremos a cada 13 anos, aproximadamente. Sendo assim, elas não podem ser previstas com precisão, mas é possível que os governos e populações estejam preparados para minimizar seus efeitos (EMBRAPA, 2019).

### 2.3.3 Desertificação

A desertificação pode ser definida pela perda progressiva da fertilidade do solo e de sua capacidade de reprodução, decorrente de causas naturais e da ação do homem em ecossistemas frágeis, podendo levar a total destruição (PAN BRASIL, 2005).

Caetano (2014) em seus estudos afirma que o processo de desenvolvimento de desertificação, ou de degradação, deve ser amplamente conhecido e divulgado, a fim de evitar o seu surgimento em áreas susceptíveis e barrar a sua expansão em áreas que já foram atingidas. E definiu as etapas que levam à desertificação:

- 1) Elimina-se a cobertura vegetal da terra, seja por desmatamento, excesso de pastoreio ou queimadas;
- 2) Sem cobertura vegetal, perde-se a reposição de matérias orgânicas que alimentam e dão fertilidade ao solo. A terra fica nua e exposta ao sol calcinante;
- 3) Havendo pecuária com muitos animais em pequenos espaços, há conseqüentemente a compactação do solo, devido ao pisoteio dos animais;
- 4) As propriedades físicas do solo são afetadas. A terra fica dura, a água das chuvas não infiltra e passa a escorrer pela superfície;
- 5) A água se transforma em inimiga da terra. Ao escoar pelos declives carrega a camada superficial do solo, a mais rica. Em lugares com declives fortes o processo é mais rápido;
- 6) As ventanias agregam sua quota de erosão, carregando a terra solta;
- 7) A vida vai embora. Recuperar áreas que chegaram a esse estágio de degradação é muito difícil e economicamente inviável. A terra pode se tornar estéril.

Costa Filho (2019) assegura que uma maneira de investigar se uma área tem indícios de desertificação é avaliar a produtividade da terra nas lavouras relevantes para famílias rurais. Sendo assim, ele formulou um quadro que auxilia na identificação de indicadores de desertificação, segundo a Conferência das Nações Unidas, como definido no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Indicadores de desertificação segundo a Conferência das Nações Unidas.

Indicadores Climáticos	Radiação solar; temperatura; velocidade do vento; precipitação.
Indicadores Hidrológicos	Sólidos desenvolvidos em água; mudanças de fluxos de água e dos depósitos sedimentares no canal de escoamento; profundidade do lençol freático; qualidade da água; descarga dos rios; umidade do solo; fluxo subsuperficial; água de escoamento e produção de sedimentos.
Indicadores Pedológicos	Profundidade do solo; capacidade de acumulação de água; composição dos horizontes; estado da superfície; teor da matéria orgânica; albedo; grau de salinização e alcalinização; teor de pedregosidade; encostamento; fendilhamento; compactação e permeabilidade da crosta.
Indicadores Biológicos	Grau de cobertura e altura da vegetação; biomassa aérea e subterrânea; produtividades das lavouras e das criações, rendimentos; distribuição e frequência de espécies; organização e profundidade das raízes; queda e organização de folhas; produção primária; produção de pastoreio; composição de espécies; atraso de germinação.
Indicadores Sociológicos	Distribuição espacial de implantações humanas.

Fonte: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS apud COSTA FILHO (2019).

O Ministério do Meio Ambiente (2019) afirma que os principais fatores motivadores e intensificadores da desertificação, causados pela ação do homem são:

- (i) o 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 a 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 em 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.

Assim como as causas, também existem diversas consequências devido a ocorrência da desertificação. Rodrigues (2006) as dividiu em ambientais, sociais e econômicas da degradação da terra, conforme mostra o quadro a seguir:

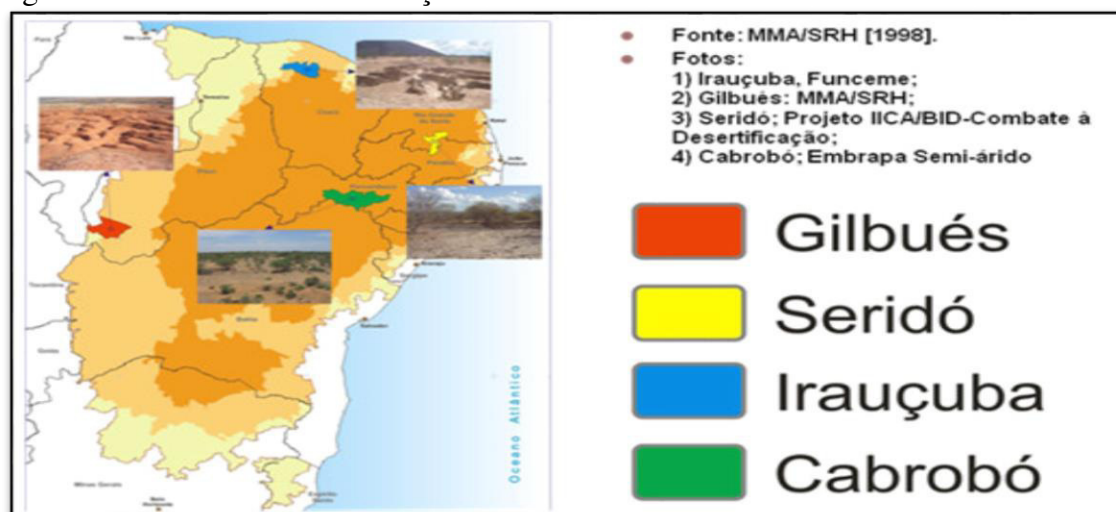
Quadro 2 – Consequências da desertificação

<b>Consequências da desertificação</b>	
<b>Ambientais</b>	Perda da diversidade; Aumento da exposição solar (insolação); Diminuição da absorção do gás carbônico (CO <sup>2</sup> ); Diminuição das terras; Redução na produção agrícola agriculturáveis;
<b>Socioeconômicas</b>	Eliminação e redução da biodiversidade e, portanto, do patrimônio genético regional; Perda parcial ou total do solo, por erosão e salinização; Diminuição na quantidade e qualidade dos recursos hídricos; Diminuição na fertilidade e produtividade do solo, afetando a produção animal e agrícola; Alta migração da população, o que vai incrementar os cinturões de pobreza nos centros urbanos; Diminuição nas fontes de ingresso e da relação produção/consumo; Aumento de desemprego.

Fonte: Elaboração própria, baseado em RODRIGUES (2006).

Segundo o Ministério do Meio Ambiental (2019), a desertificação no Brasil ocorre nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD), envolvendo nove Estados do Nordeste, e parte de Minas Gerais e do Espírito Santo nas áreas Semiáridas, Subúmidas Secas e em Áreas do Entorno nas quais a razão entre a precipitação anual e evapotranspiração potencial está compreendida entre 0,05 e 0,65;. Sendo as áreas mais críticas Gilbués, Seridó, Irauçuba e Cabrobó, estes são os Núcleos de Desertificação no Brasil (Figura 6). No Ceará, existem as Áreas Suscetíveis a Desertificação (ASD) de acordo com o IPECE (2018), conforme mostra Figura 8, na seção metodológica.

Figura 6 – Núcleos de desertificação



Fonte: MMA/SRH, 1998.

## 2.4 Lavouras em regime de sequeiro no Nordeste brasileiro

As variações climáticas têm influência sobre a maior parte das atividades humanas, destacando-se as atividades agrícolas, pois essas apresentam maior vulnerabilidade às irregularidades pluviométricas, sobretudo em áreas onde predomina a agricultura de sequeiro.

O regime de sequeiro é um modelo de plantio utilizado quando a precipitação é insuficiente para o desenvolvimento de culturas agrícolas, tendo sua implantação durante o período chuvoso. Atualmente existem tecnologias que permitem esse tipo de cultivo, dentre elas estão às plantas resistentes a seca.

Prisco (1986) definiu o termo "resistência à seca" como o termo genérico que caracteriza os diferentes mecanismos encontrados nas plantas superiores que representam a resposta evolutiva do vegetal à pressão de seleção exercida pela "seca". Existem, basicamente, três mecanismos; fuga à seca, tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico e tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico.

Quadro 3 – Mecanismos de resistência à seca.

<b>Mecanismos de resistência à seca</b>	
<b>Fuga à seca</b>	A planta possui a habilidade de completar o seu ciclo vital antes que seus tecidos atinjam um déficit hídrico de tal magnitude que possa afetar seu desenvolvimento normal. Possuem uma "versatilidade" de desenvolvimento, que tecnicamente se denomina de plasticidade de desenvolvimento. Isto lhe garante uma boa produção de sementes nos anos "úmidos", de modo a possibilitar o não desaparecimento da espécie sob efeito de períodos prolongados de seca.
<b>Tolerância à seca em altos níveis de potencial hídrico</b>	Espécies que possuem a habilidade de retardar a perda d'água ou de aumentar a sua absorção, de modo que conservam em seus tecidos um alto "status hídrico", mesmo quando as condições ambientais são desfavoráveis. Garante, em grande parte, uma absorção de água suficiente para manter um "ritmo transpiratório normal", assegurando, portanto, a manutenção de um bom "status hídrico" nos tecidos do vegetal.
<b>Tolerância à seca em baixos níveis de potencial hídrico</b>	Possuem a habilidade de manter a pressão de turgescência em níveis suficientemente elevados, de modo a garantir os processos necessários ao crescimento, mesmo havendo redução do potencial hídrico de seus tecidos, é um mecanismo importante de resistência à seca.

Fonte: Elaboração própria, baseado em PRISCO (1986).



Neste segmento discute-se sobre as lavouras cultivadas em regime de sequeiro de feijão, mandioca e milho na região Nordeste do Brasil, especialmente, praticadas no semiárido nordestino por grande parte dos seus agricultores. Discorre-se sobre a importância alimentar e econômica dessas culturas agrícolas.

#### 2.4.1 Lavoura de Feijão

O feijão é uma das principais culturas alimentares do Brasil, sendo um dos componentes da cesta básica do brasileiro. É produzido nas cinco regiões do País, cabendo a liderança ao Sul.

Os dois gêneros de feijões cultivados no Brasil são *Phaseolus* e o *Vigna*, sendo que o primeiro é mais cultivado na região Centro-Sul (carioca e preto) e o segundo nas regiões Norte e Nordeste Norte e são também conhecidos por feijão “macacar” ou “feijão caupi”. (DIÁRIO ECONONÔMICO – ETENE, 2018). No Nordeste o principal feijão cultivado é o “feijão caupi”, sendo Ceará, Bahia e Piauí os principais produtores da região. A produção tradicionalmente concentra-se nas áreas semiáridas, onde outras culturas leguminosas anuais, em razão da irregularidade das chuvas e das altas temperaturas, não se desenvolvem satisfatoriamente (FILHO *et al*, 2011).

Segundo Júnior *et al* (2002), o feijão-caupi, também chamado feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*), é uma excelente fonte de proteínas (23%-25% em média), apresentando todos os aminoácidos essenciais, carboidratos (62%, em média), vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras dietéticas, baixa quantidade de gordura (teor de óleo de 2%, em média) e não conter colesterol. Possui ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar.

O feijão-caupi pode ser consumido de diversas formas, dentre elas destacam-se a vagem verde, grão verde e grão seco. Suas folhas e ramos podem ser utilizados como forragem verde para alimentação animal. Além disso, é amplamente utilizado como fonte de matéria orgânica para os solos.

Entre os elementos do clima que exercem influência no crescimento e desenvolvimento dessa cultura destacam-se a precipitação e a temperatura. A cultura do feijão-caupi exige um mínimo de 300 mm de precipitação para uma produção satisfatória, sem a necessidade de utilização da prática da irrigação. Regiões que possuem entre 250 e 500 mm anuais são consideradas aptas para a implantação da

cultura (BASTOS, 2002). Ressalta-se o agricultor deve realizar o plantio na estação chuvosa e a colheita no período seco.

No Ceará, a cultura do feijão está em todos os municípios. Limoeiro do Norte e Morada Nova, ocuparam décimo terceiro (2107 toneladas) e décimo quarto lugar (1991 toneladas), respectivamente, no ranking de quantidade produzida do estado, no ano de 2018 (IBGE, 2019). Essa lavoura alimentar é desenvolvida nos municípios de estudo, principalmente durante o chamado período chuvoso que se estendendo primeiro semestre de cada ano.

#### 2.4.2 Lavoura de Mandioca

Originária do continente americano, provavelmente do Brasil Central, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) já era largamente cultivada pelos indígenas. Sendo estes os responsáveis pela sua disseminação em quase toda a América e os portugueses e espanhóis pela sua difusão para outros continentes, especialmente África e Ásia (SOUZA, 2019).

A mandioca é amplamente cultivada no Brasil, sendo muito importante para a alimentação humana e animal. É matéria prima em numerosos produtos industriais. Rege ainda papel importante na geração de emprego e de renda, principalmente no semiárido nordestino.

Devido sua origem tropical, a mandioca encontra condições favoráveis para o seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais. É cultivada na faixa compreendida entre 30 graus de latitudes Norte e Sul, porém sua concentração de plantio ideal está entre as latitudes 20°N e 20°S. Suporta altitudes que variam desde o nível do mar até cerca de 2.300 metros, admitindo-se que as regiões baixas ou com altitude de até 600 a 800 metros são as mais favoráveis (MATTOS; CARDOSO, 2003).

A mandioca é amplamente cultivada em regiões semiáridas, com médias pluviométricas anuais oscilando entre com 500 a 700 mm (MATTOS; BEZERRA, 2003). Dessa forma, ela é uma excelente opção de cultivo para agricultura de subsistência no semiárido nordestino, gerando renda para os agricultores e sendo fonte de alimento.

Eleita pela Organização das Nações Unidas (ONU) como o alimento mais importante do século, a mandioca é fundamental para diferentes segmentos, como os setores de papel e celulose, têxtil, indústria farmacêutica e de cosméticos, fertilizantes,

aplicação em campos de petróleo e siderurgia, e na indústria alimentícia (NORDESTE RURAL, 2018).

No Brasil, a mandioca é utilizada numa infinidade de produtos destinados ao consumo humano, consumida por animais na época da seca e amplamente utilizada na indústria. No Nordeste os principais produtos derivados da mandioca são a farinha e a fécula, responsável pela famosa tapioca conhecida amplamente como patrimônio imaterial do Nordeste.

O sistema produtivo da cadeia da mandioca apresenta três tipologias básicas: a unidade doméstica, a unidade familiar e a unidade empresarial, levando em conta as interconexões entre a origem da mão-de-obra, o nível tecnológico, a participação no mercado e o grau de intensidade do uso de capital na exploração (MATTOS; CARDOSO, 2003):

A unidade doméstica é caracterizada por usar mão-de-obra familiar, não utilizar tecnologias modernas, pouco participar do mercado e dispor de capital de exploração de baixa intensidade. A unidade familiar, ao contrário da doméstica, já adota algumas tecnologias modernas, tem uma participação significativa no mercado e dispõe de capital de exploração em nível mais elevado. A contratação de mão-de-obra de terceiros é a característica marcante da unidade empresarial. Essas unidades, juntamente com as unidades do tipo familiar, respondem pela maior parte da produção de raízes no Brasil.

No Ceará o cultivo da mandioca é realizado em sua maioria por agricultores familiares, sobretudo para a agricultura de subsistência com pouca inserção no mercado. São os casos de Limoeiro do Norte e Morada Nova, municípios escolhidos para esta pesquisa. Segundo o IBGE (2019), no ranking de quantidade de mandioca, em 2018, Limoeiro do Norte ocupou o 53º lugar (1197 toneladas) e Morada Nova o 111º lugar (150 toneladas).

#### 2.4.3 *Lavoura do Milho*

O milho é uma gramínea pertencente à família *Poaceae*, cuja espécie é a *Zea mays* L. Todos os tipos de milhos estão incluídos nessa única espécie e dizem respeito à tribo *Maydeae*, que possui sete gêneros, dos quais dois são nativos do hemisfério ocidental (*Zea* e *Tripsacum*) e cinco da Ásia (MAGALHÃES; SOUZA, 2015).

Considerado uma das mais importantes e antigas culturas agrícolas, sendo o primeiro cereal em termos de produção, o milho é um produto estratégico para a segurança alimentar da população mundial. É amplamente utilizado para a nutrição humana e alimentação animal. Sendo também cultivado para a extração do bioetanol e

utilizado como insumo em diversos segmentos do setor industrial (DIÁRIO ECONONÔMICO – ETENE, 2018).

O Brasil (97 milhões de toneladas produzidas em 2017, representando 6,0% do total da safra global) é o terceiro produtor mundial de milho, sendo os dois primeiros os Estados Unidos (387 milhões de toneladas em 2017, 37% do total mundial) e a China (220 milhões de toneladas em 2017, 21,0% da produção mundial) (DIÁRIO ECONONÔMICO – ETENE, 2018).

Magalhães e Souza (2015), afirmam que a produção de milho no Brasil é dividida em duas épocas de plantio: a safra e a safrinha. Os plantios de verão, ou primeira safra, são realizados na época tradicional, durante o período chuvoso, no Nordeste este período ocorre no início do ano se estende até fim de maio. Mais recentemente, tem aumentado a produção obtida na chamada "safrinha", ou segunda safra. A "safrinha" se refere ao milho de sequeiro, plantado extemporaneamente, em fevereiro ou março.

O Nordeste possui pontos que favorecem a produção de milho na região, sendo os principais a disponibilidade de terras com menor custo para expansão da atividade, a disponibilidade de crédito; a atividade é geradora de ocupação no campo; existe infraestrutura para escoamento da produção; clima favorável, facilitando o uso do sistema de sequeiro; e a existência de instituições de pesquisa voltadas para o desenvolvimento do setor (ALVES; AMARAL, 2012).

No Estado do Ceará, a cultura do milho é explorada em praticamente todos os municípios, em que predomina como sistema de cultivo, o de sequeiro. A maior parte da produção é feita em pequenas propriedades, por agricultores familiares. Dados do IBGE (2019) mostram que Limoeiro do Norte e Morada Nova, ocuparam décimo terceiro (6480 toneladas) e quadragésimo quinto lugar (3495 toneladas), respectivamente, no ranking de quantidade produzida do estado, no ano de 2018.

Com relação às produtividades médias das lavouras de feijão, mandioca e milho dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova dos anos de 1974 a 2017, estão bem abaixo da média nacional, assim como abaixo da média do Ceará, como pode ser visto na Tabela 2. Isto pode ser atribuído ao déficit hídrico ou pelo não uso da inovação tecnológica.

Tabela 2 – Produtividade média (kg/ha) de feijão, mandioca e milho no Brasil, Ceará, Limoeiro do Norte e Morada Nova de 1974 a 2017.

<b>Produtividade média de 1974 a 2017</b>			
<b>Unidades de Federação</b>	<b>Lavouras</b>		
	Feijão	Mandioca	Milho
<b>Brasil</b>	670,61	12979,00	2842,00
<b>Ceará</b>	262,93	7865,00	553,00
<b>Limoeiro do Norte</b>	662,00	7472,75	1929,94
<b>Morada Nova</b>	416,00	7059,27	563,32

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da Pesquisa Agrícola Municipal.

### 3 METODOLOGIA

Nesta seção se descrevem a matriz de dados, as variáveis utilizadas, área de estudo, além do método de análise para o tratamento dos indicadores a fim de se alcançar os objetivos propostos.

#### 3.1 Matriz de dados

Os dados utilizados neste trabalho são compostos de observações nas precipitações pluviométricas anuais coletadas junto à Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME) e nas variáveis agrícolas levantadas junto à Pesquisa Agrícola Municipal, disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis utilizadas na pesquisa são: variáveis endógenas (produtividade e área colhida), variáveis exógenas (chuvas e preços médios), além das variáveis construídas (produção e valor da produção). Essas variáveis se referem às precipitações pluviométricas e às lavouras alimentares de feijão, mandioca e milho em Limoeiro do Norte e Morada Nova, municípios selecionados para o estudo. O período investigado dessas variáveis abrange as séries históricas que se estendem de 1974 a 2017. Na correção dos valores monetários, associados à variável valor da produção foi adotado o IGP-DI, da Fundação Getúlio Vargas, referente a dezembro de 2017.

Quadro 4 – Variáveis utilizadas no estudo.

<b>Descrição</b>	<b>Unidade de medida</b>
<b>Área colhida das culturas.</b>	<b>Hectare (ha)</b>
<b>Produtividade ou rendimento agregado médio das culturas.</b>	<b>Quilo (kg) / Hectare (ha)</b>
<b>Preço médio agregado anual das culturas, corrigido para valores de 2017.</b>	<b>(Valor da produção deflacionado / Quantidade produzida) /1000</b>
<b>Precipitação total anual em milímetros dos municípios no período estudado.</b>	<b>Média em milímetro (mm)</b>
<b>Quantidade produzida.</b>	<b>Tonelada (ton.)</b>
<b>Valor da produção agregada de feijão, mandioca e milho dos municípios em estudo de 1974 a 2017.</b>	<b>Cruzeiro/Real</b>

Fonte: Tabulação própria, 2019.

Neste experimento, trabalha-se com as áreas e as produções não agregadas das três lavouras (feijão, mandioca e milho) dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, localizados no semiárido cearense.

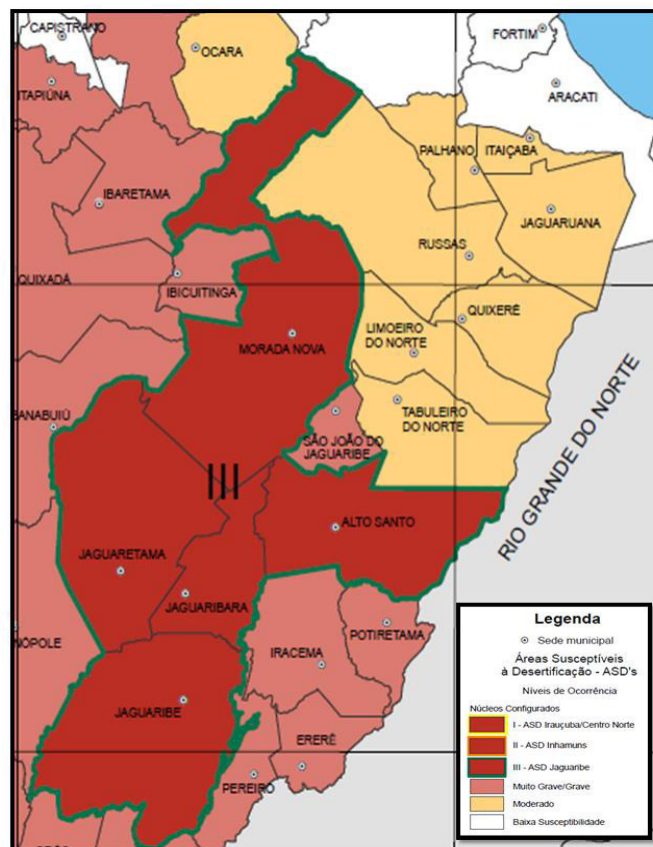
### 3.2 Caracterização das áreas de estudo

A pesquisa se desenvolveu nos municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, ambos localizados no Semiárido do estado do Ceará. Entre todos os municípios cearenses da região semiárida, a pesquisa tomou como amostra para efeito de estudo, esses dois municípios porque estão incluídos nas áreas sujeitas à desertificação do Ceará (ASD - Ceará).

O Município de Morada Nova faz parte do Núcleo de Desertificação de Jaguaribe – Núcleo III. (IPECE, 2018). Já o município Limoeiro do Norte, se encontra com nível de ocorrência “moderado” para desertificação.

Figura 8 – Municípios suscetíveis a desertificação-  
Estado do Ceará

#### MUNICÍPIOS SUSCEPTÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO ESTADO DO CEARÁ



Fonte: IPECE, 2018 (Adaptado).

Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), os Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova demonstram as respectivas informações quanto posição e extensão, características ambientais, indicadores demográficos e Índice de Desenvolvimento Humano.

### *3.2.1 Características do Município de Limoeiro do Norte*

Município de Limoeiro do Norte, originário do município de Russas, teve sua criação no ano de 1868. Está localizado na região Leste do Ceará a 5° 08' 44" de latitude e a 38° 05' 53' de longitude. Faz limite ao norte com Quixeré e Russas; ao sul, com o Município de Tabuleiro do Norte; ao leste, com Rio Grande do Norte e Quixeré, e ao oeste, com Morada Nova e São João do Jaguaribe. Quanto a regionalização, tem como região de planejamento o Vale do Jaguaribe, mesorregião o Jaguaribe e microrregião o Baixo Jaguaribe. É a cidade polo da Região Jaguaribana por conta de seu intenso comércio, estratégica localização geográfica e pioneirismo em serviços públicos e privados de educação e saúde. Ocupa uma área absoluta de 750,1 km<sup>2</sup>, o que corresponde a uma área relativa de 0,50% da área total do Estado do Ceará. Limoeiro do Norte possui uma altitude de 30,22 m (metros) e distante 162,0 km da capital, Fortaleza (IPECE, 2017).

Quanto às características ambientais, Limoeiro do Norte tem o clima tropical quente semiárido, com temperaturas médias variando de 26° a 28° C. O Município possui pluviosidade média de 720,5 mm com o período chuvoso que vai de janeiro a abril. O relevo de Limoeiro do Norte é formado por depressões sertanejas. Possui solos aluviais, cambissolos, solos litólicos, planossolo solódico, vertissolo e podzólico vermelhoamarelo. tem como vegetação a caatinga arbustiva densa, floresta caducifólia espinhosa e floresta mista dicotilo-palmácea. Faz parte de três bacias hidrográficas - Banabuiú, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe (IPECE, 2017).

Quanto aos aspectos demográficos e sociais, o Município de Limoeiro do Norte possuía no último censo do IBGE, no ano de 2010, uma população de 56264 habitantes, com densidade demográfica de 74,91 hab./km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) para o mesmo ano foi de 0,682, ocupando o nono (9) lugar no ranque dos municípios cearenses (IPECE, 2016).

O setor primário é a segunda maior atividade econômica de Limoeiro do Norte, com a produção agrícola de culturas de subsistência como feijão, mandioca e milho. Na pecuária destaca-se a criação de bovinos e equinos.

### *3.2.2 Características do Município de Morada Nova*

Município de Morada Nova, originário do município de Russas, teve sua criação no ano de 1876. Está localizado na região Centro-Leste do Ceará a 5° 06' 24" de latitude e a 38° 22' 21" de longitude. Faz limite ao norte com Russas, Beberibe, Cascavel e



Ocara; ao sul, com Jaguaretama, Jaguaribara, Alto Santo e São João do Jaguaribe; ao leste, com São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte e Russas, e ao oeste, com Ocara, Ibareta, Quixadá, Ibicuitinga e Banabuiú. Quanto a regionalização, tem como região de planejamento o Leste/Jaguaribe, mesorregião o Jaguaribe e microrregião o Baixo Jaguaribe. Ocupa uma área absoluta de 2.779,23 km<sup>2</sup>, o que corresponde a uma área relativa de 1,87% da área total do Estado do Ceará. Morada Nova possui uma altitude de 89,0 m (metros) e distante 152,0 km da capital, Fortaleza (IPECE, 2017).

Quanto às características ambientais, Morada Nova tem o clima tropical quente semiárido, com temperaturas médias variando de 26° a 28° C. O Município possui pluviosidade média de 742,5 mm com o período chuvoso que vai de fevereiro a abril. O relevo de Morada Nova é formado por maciços residuais e depressões sertanejas. Possui solos aluviais, cambissolos, solos litólicos, planossolo solódico, vertissolo e podzólico vermelho-amarelo. Tem como vegetação a caatinga arbustiva aberta, floresta caducifólia espinhosa e floresta subcaducifólia tropical pluvial. Faz parte de três bacias hidrográficas - Banabuiú, Baixo Jaguaribe e Metropolitana (IPECE, 2017).

Quanto aos aspectos demográficos e sociais, o Município de Morada Nova possuía no último censo do IBGE, no ano de 2010, uma população de 62065 habitantes, com densidade demográfica de 22,33 hab./km<sup>2</sup>. O Índice de Desenvolvimento Humano do Município (IDHM) para o mesmo ano foi de 0,610, ocupando o centésimo primeiro (101) lugar no ranque dos municípios cearenses em 2010 (IPECE, 2016).

A economia do município de Morada Nova é baseada nos serviços (Setor terciário), seguida pela indústria (Setor secundário), que conseqüentemente é seguida pela agropecuária (Setor primário). Na agricultura destaca-se o cultivo do milho, da banana, do caju, do algodão, da mandioca, do feijão, do abacaxi e de flores. Na pecuária há a criação de bovinos, de suínos e de aves.

### **3.3 Procedimentos metodológicos**

A seguir encontra-se a metodologia utilizada com o propósito de alcançar os objetivos específicos traçados pela pesquisa.

O primeiro objetivo específico do estudo tem como finalidade comparar as trajetórias das precipitações pluviométricas anuais em Limoeiro do Norte e Morada Nova entre os meses de janeiro e junho e entre janeiro e dezembro no período de 1974 a 2017. Com base nos dados da FUNCEME, constroem-se tabelas que mostram as

pluviometrias acumuladas anualmente de janeiro a junho e de janeiro a dezembro em ambos os municípios.

O segundo objetivo tem como finalidade traçar as trajetórias das flutuações das precipitações anuais (janeiro a dezembro) de chuvas dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, comparativamente ao que acontece no Estado do Ceará. Tendo como base as precipitações pluviométricas ocorridas no Estado do Ceará de 1947 a 2017, utilizaram-se os Coeficientes de Variação (CV) para medir a instabilidade/estabilidade dos diferentes tipos de clima caracterizados para os municípios selecionados.

Os Coeficientes de Variação (CV) são os indicadores utilizados na pesquisa para aferir grau de estabilidade nos distintos tipos de climas (“Estiagem”, “Normalidade” e “Chuvoso”) nos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, bem como das áreas colhidas, produtividade e preços médios, das lavouras selecionadas pela pesquisa, avaliados dentro de cada um desses regimes pluviométricos identificados pelo estudo. Dessa forma, medirão dispersão ou variabilidade dos dados em relação à média. O CV é calculado dividindo o desvio-padrão pela média, e multiplicando por cem. No quadro 5 observa-se a classificação do Coeficiente de Variação (CV), de acordo com sua amplitude.

Quadro 5- Classificação do CV, de acordo com sua amplitude.

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

Fonte: GOMES, 1985.

O terceiro objetivo deseja traçar as trajetórias das flutuações das precipitações anuais (janeiro a dezembro) de chuvas dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, comparativamente ao que acontece no Estado do Ceará cujas pluviometrias foram classificadas em períodos de estiagem, de normalidade e chuvoso, empregando-se novamente o CV, para fins de resultado.

Lemos, Bezerra (2019) que afirmam que para se definir os regimes pluviométricos mostrados no quadro 6, é necessário calcular a média histórica da precipitação de chuvas no Ceará de 1947 a 2017, em seguida deve-se estimar o desvio

padrão e estabelecer os critérios de definição dos períodos de acordo com o que está mostrado no quadro 6.

Quadro 6 – Classificação da pluviometria no semiárido cearense, considerando a média e o desvio-padrão da distribuição de chuvas observadas de 1974 a 2017.

<b>Períodos</b>	<b>Intervalos</b>
Estiagem	Pluviometria < (Média - ½ DP)
Normalidade	Pluviometria = (Média ± ½ DP)
Chuvoso	Pluviometria > (Média + ½ DP)

Fonte: Valores estabelecidos com base nos dados da FUNCEME, 2017.

Baseados nessas definições, Lemos, Bezerra (2019) estabeleceram as magnitudes, mostradas no quadro 7, para definir a pluviometria do Ceará de 1947 a 2017.

Quadro 7 – Regimes pluviométricos para o Ceará, no período de 1947 a 2017.

Regimes Pluviométricos (Amplitude)	Média (mm)	CV (%)
Estiagem ≤ 656,1 mm	533,06	18,15
656,1 < Normal ≤ 927,7 mm	774,82	10,45
Chuvoso > 927,7 mm	1.120,39	18,23

Fonte: Lemos, Bezerra (2019)

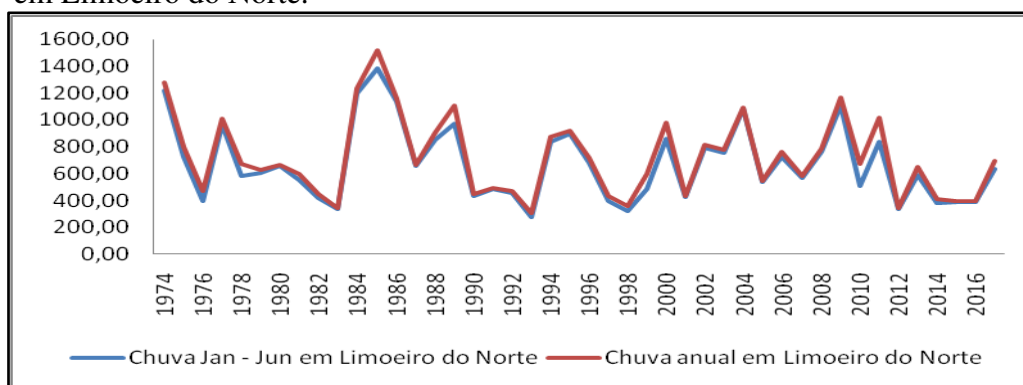
Como essas estimativas realizadas no trabalho de Lemos e Bezerra (2019) baseiam-se na série histórica de pluviometria disponibilizada pela FUNCEME, acredita-se que podem servir para delimitar a caracterização climática dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova comparando o que aconteceu nesses municípios relativamente ao que sucede historicamente, no Ceará.

O quarto e último objetivo tem o intuito de avaliar o grau de estabilidade das variáveis: área colhida, produtividade e preço médio das lavouras de feijão, mandioca e milho nos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, em cada um dos regimes pluviométricos identificados na pesquisa, dos anos de 1974 a 2017, utilizando-se novamente o CV.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

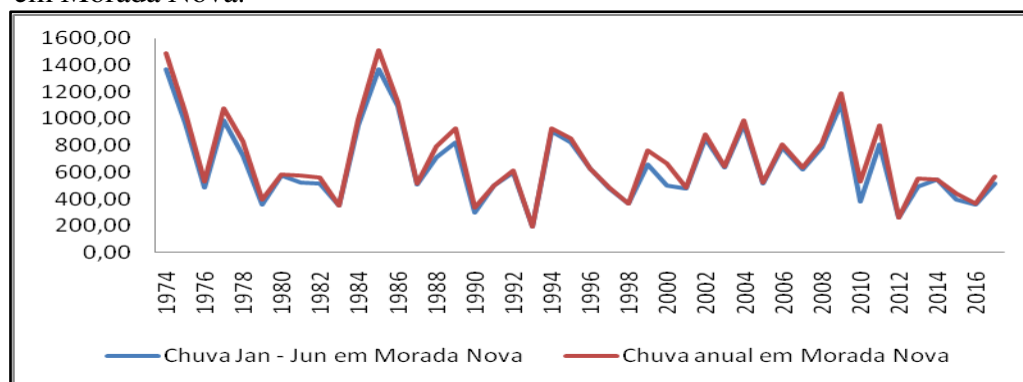
A seguir mostram-se os resultados alcançados de acordo com os objetivos traçados pela pesquisa. As evidências encontradas sugerem que as trajetórias de pluviometria acumulada entre janeiro e junho e a que acontece entre janeiro e dezembro, praticamente se sobrepõem em ambos os municípios como se observa nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 – Flutuações pluviométricas anuais e de janeiro/junho de 1974 a 2017 em Limoeiro do Norte.



Fonte: Tabulação própria, com base nos dados da FUNCEME.

Gráfico 2 – Flutuações pluviométricas anuais e de janeiro/junho de 1974 a 2017 em Morada Nova.



Fonte: Tabulação própria, com base nos dados da FUNCEME.

Os resultados também mostram que a média histórica de pluviometria para o Ceará, de 1947 a 2017, é de 792 mm. E a média da pluviometria do estado do Ceará entre 1974 e 2017 foi de 894,9 mm. As médias de Limoeiro do Norte e Morada Nova, para o período estudado, são de apenas 629,00mm e 599,24mm, respectivamente, conforme mostra a Tabela 2. Portanto, nos dois municípios choveu bem menos, em média do que aconteceu no Ceará entre 1974 e 2017.

Por outro lado, observa-se que entre 1974 e 2017 o CV estimado para a pluviometria anual do Ceará foi de 35,7%, muito alto na escala de Gomes, 1985. Limoeiro do Norte teve para o mesmo período CV=54,52% e Morada Nova teve CV=53,04%. Portanto, bem mais elevados do que o observado para o Ceará no mesmo período. Isto sugere que as instabilidades pluviométricas em ambos os municípios são muito maiores do que as observadas para o Ceará que já não foi tão baixa entre 1974 e 2017 (Tabela 3).

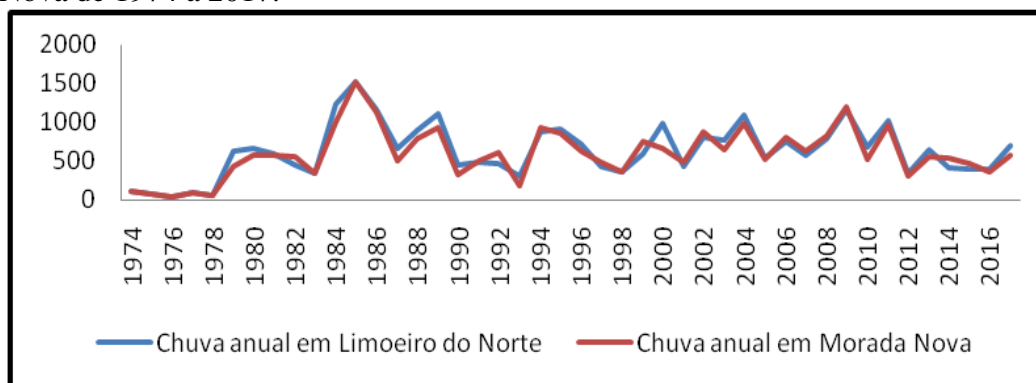
Tabela 3 – Estatísticas descritivas das precipitações pluviométrica dos Municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova, no período de 1974 a 2017.

Estado/ Municípios	Observações	Mínimo (mm)	Máximo (mm)	Média (mm)	Desvio Padrão	CV (%)
<b>Ceará</b>	44	388,80	1888,40	894,94	271,60	35,70
<b>Limoeiro do Norte</b>	44	39,05	1519,10	629,00	339,02	54,52
<b>Morada Nova</b>	44	44,35	1511,50	599,24	314,17	53,04

Fonte: Elaboração própria, com suporte nos dados da pesquisa

O gráfico 3 mostra as flutuações anuais da pluviometria em Limoeiro do Norte e Morada Nova de 1974 a 2017.

Gráfico 3 – Trajetórias das pluviometrias anuais em Limoeiro do Norte e Morada Nova de 1974 a 2017.



Fonte: Tabulação própria, com base nos dados da FUNCEME.

Com base nas proposições de Lemos, Bezerra (2019), mostradas na Seção 3, enquadram-se as precipitações de Limoeiro do Norte e Morada Nova fazendo uma comparação ao que ocorreu historicamente no Estado do Ceará. Esses resultados são mostrados nas Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Números de anos, médias e coeficientes de variação da pluviometria em Limoeiro do Norte, observada de 1974 a 2017, nos regimes definidos na pesquisa com base na série histórica do Ceará.

<b>Limoeiro do Norte</b>				
	<b>Anos de ocorrência</b>	<b>Média (mm)</b>	<b>DP (mm)</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Estiagem</b>	24	382,10	184,40	49,30
<b>Normal</b>	12	769,20	89,40	12,14
<b>Chuvoso</b>	8	1159,50	156,10	14,39

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da FUNCEME.

Tabela 5 – Números de anos, médias e coeficientes de variação da pluviometria em Morada Nova, observada de 1974 a 2017, nos regimes definidos na pesquisa com base na série histórica do Ceará.

<b>Morada Nova</b>				
	<b>Anos de ocorrência</b>	<b>Média (mm)</b>	<b>DP (mm)</b>	<b>CV (%)</b>
<b>Estiagem</b>	29	419,85	189,12	45,04
<b>Normal</b>	8	811,75	78,78	9,70
<b>Chuvoso</b>	7	1099,60	204,61	18,61

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da FUNCEME.

Nota-se que os períodos de estiagem são superiores aos períodos “normal” ou “chuvoso” em ambos os municípios, sendo 24 anos em Limoeiro do Norte e 29 anos em Morada Nova. Baseando-se no CV, observa-se também, que esses períodos são sempre mais instáveis que nos demais onde se classificaram os regimes pluviométricos dos dois municípios. Nota-se que, em Limoeiro do Norte, expressa maior instabilidade conferida pelos coeficientes de variação, sendo de 49,30% em Limoeiro do Norte e 45,05% em Morada Nova (Tabelas 4 e 5).

Em relação aos resultados obtidos nas lavouras de sequeiro (feijão, mandioca e milho), observa-se que, em geral, estão nos períodos de estiagem para os dois municípios, como esperado na pesquisa, as maiores instabilidades associadas às áreas colhidas, produtividades e preços médios de feijão, mandioca e milho aferidos pelos respectivos coeficientes de variação (CV). A exceção, neste caso, se verificou para as instabilidades associadas à área colhida feijão e mandioca em Limoeiro do Norte que foram maiores nos períodos normais, assim como os preços médios de feijão e milho em Limoeiro do Norte que também foram maiores no período de normalidade. O preço médio de mandioca foi maior no período chuvoso. A área colhida de mandioca em Morada Nova foi maior no período normal e os preços médios de feijão e mandioca tiveram CV maior no período chuvoso. Essas evidências encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Coeficientes de variação (CV) das variáveis agrícolas em cada uma modalidade climática.

	<b>Limoeiro do Norte</b>			<b>Morada Nova</b>		
	<b>Feijão</b>			<b>Feijão</b>		
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
<b>Área Colhida</b>	64,73	69,29	55,00	49,66	20,79	46,32
<b>Produtividade</b>	55,67	51,84	30,55	54,29	13,84	43,09
<b>Preço</b>	51,93	75,46	56,16	65,51	29,27	95,13
	<b>Limoeiro do Norte</b>			<b>Morada Nova</b>		
	<b>Mandioca</b>			<b>Mandioca</b>		
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
<b>Área Colhida</b>	109,88	126,56	90,75	95,27	161,33	98,00
<b>Produtividade</b>	35,62	20,40	30,29	35,42	19,09	17,66
<b>Preço</b>	54,58	64,18	75,70	56,97	39,44	83,21
	<b>Limoeiro do Norte</b>			<b>Morada Nova</b>		
	<b>Milho</b>			<b>Milho</b>		
	Estiagem	Normalidade	Chuvoso	Estiagem	Normalidade	Chuvoso
<b>Área Colhida</b>	67,94	46,32	37,03	54,91	37,96	30,45
<b>Produtividade</b>	111,88	88,54	71,80	63,07	17,00	59,35
<b>Preço</b>	51,33	53,07	49,27	225,95	20,92	76,00

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da Produção Agrícola Municipal e da FUNCEME.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou analisar os efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção de lavouras de sequeiro em áreas do semiárido cearense, analisando especificamente os casos de Limoeiro do Norte e Morada Nova.

No geral a proposta da pesquisa foi alcançada, tendo os resultados confirmando as suposições feitas e que motivaram a sua realização. O trabalho mostrou que existem três modalidades de pluviometria para os municípios de Limoeiro do Norte e Morada Nova no período avaliado que se estendeu de 1974 a 2017. Comprovando o fato de que, em 24 anos dos 44 observados em Limoeiro do Norte, e em 29 anos daqueles para Morada Nova, os níveis de precipitações observados podem ser enquadrados em regime de estiagem, tal como definido neste ensaio acadêmico.

Evidenciou-se que a distribuição de chuvas anual nos municípios de estudo durante os anos de 1974 a 2017 é bastante irregular. As precipitações pluviométricas anuais nesses municípios, praticamente, se concentram no primeiro semestre. Demonstram-se graficamente, na pesquisa que as pluviometrias anuais observadas se concentram nos meses de janeiro a junho de cada ano.

Comprovou-se também que as maiores instabilidades associadas às áreas colhidas, produtividades e preços médios de feijão, mandioca e milho aferidos pelos respectivos coeficientes de variação (CV) estão nos períodos de estiagem para os dois municípios, conforme esperado na pesquisa.

Torna-se necessário o aprofundamento desse estudo, de forma a além de aferir o efeito da pluviometria sob os as culturas e os municípios estudados, também desenhar modelos probabilísticos de antevisão das variáveis definidoras da produção de agricultura de sequeiro nos municípios selecionados do Semiárido Cearense, para o mesmo período sob investigação.



## REFERÊNCIAS

ALVES, H. C. R.; AMARAL, R. F. **Produção, área colhida e produtividade do milho no Nordeste**. Informe rural ETENE. Banco do Nordeste, 2012.

ASA BRASIL. **Semiárido - é no semiárido que a vida pulsa!**, 2019. Disponível em: <<https://www.asabrasil.org.br/semiarido>>. Acesso em: 22/10/2019.

BARROS, N. dos S.; BARRO, F. F.; BASTOS, F. de H. **Paisagens no semiárido cearense: uma breve apresentação dos aspectos naturais**. In: I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2015, Paraíba. Anais do II Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 2015.

BASTOS. **Árvore do Conhecimento - Feijão-Caupi**. Embrapa - Parque Estação Biológica. Brasília – DF, 2002. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01\\_33\\_510200683536.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_33_510200683536.html)>. Consulta em: 29/10/2019.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2017. 63 p. il.

CAETANO, F. A. O. **Desertificação e pobreza rural: Uma análise do município de Irauçuba- Ceará** – Fortaleza, 2014. 65 f. Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, FEAAC, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

COSTA FILHO, J. da. **Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção de lavouras de sequeiro em áreas sujeitas à desertificação (ASD) no semiárido do estado do Ceará: casos de Irauçuba e Tauá**. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia Rural, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019

DE NYS, E.; ENGLE, N.L.; MAGALHÃES, A.R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 2016. 292 p

DIÁRIO ECONONÔMICO – ETENE. **Produção de feijão do Nordeste deverá crescer em 2018**. Banco do Nordeste. Ano I - Nº 143 - 10.09.2018. 2018. Disponível

em:

<[https://www.bnb.gov.br/documents/1342439/3837452/143\\_10\\_09\\_2018.pdf/bb597dbb-f6b1-ad1a-8957-9b354fe4f6fe](https://www.bnb.gov.br/documents/1342439/3837452/143_10_09_2018.pdf/bb597dbb-f6b1-ad1a-8957-9b354fe4f6fe)>. Consulta em: 25 out. 2019.

DIÁRIO ECONONÔMICO – ETENE. **Produção de Milho no Nordeste**. Banco do Nordeste. Ano I - Nº 172 - 22.10.2018 ISSN 2594-7338. 2018. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/1342439/3950249/172\\_22\\_10\\_2018.pdf/46367a39-443c-f5da-4b71-27cfbf04be25](https://www.bnb.gov.br/documents/1342439/3950249/172_22_10_2018.pdf/46367a39-443c-f5da-4b71-27cfbf04be25)>. Consulta em: 27 out. 2019.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Convivência com a seca - Perguntas e Respostas**, 2000. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/perguntas-e-respostas>>. Acesso em: 24/10/2019.

FILHO, F. R. F.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. DE M.; DAMASCENO E SILVA, K. J.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V.. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte. Teresina, 2011. 84 p. : il. ; 27 cm.

FUNCEME. FUNDAÇÃO CEARENSE DE METODOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Calendários das chuvas no estado do Ceará**. 2019. Disponível em: <<http://www.funceme.br/>>. Acesso em: 18/09/2019.

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Ranking Indicador**. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26/10/2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação**. 2018. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso 21/09/2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará. **Características Geográficas, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2016. Disponível em:

<[http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara\\_em\\_numeros/2016/territorial/01\\_Caracteristicas\\_Geograficas.pdf](http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/ceara_em_numeros/2016/territorial/01_Caracteristicas_Geograficas.pdf)>. Acesso em: 25/10/2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal**. 2017. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Limoeiro\\_do\\_Norte\\_2017.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Limoeiro_do_Norte_2017.pdf)>. Acesso em: 19/09/2019.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal**. 2012. Disponível em: <[https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/01/Morada\\_Nova.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2013/01/Morada_Nova.pdf)>. Acesso em: 19/09/2019.

JACOMINE, P. T. K. **Solos sob caatinga: características e uso agrícola**. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p. 96-111.

JUNIOR, A. S. A.; SANTOS, A. A.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; FILHO, F. R. F.; CARNEIRO, J. C. ROCHA, M. DE M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q.. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Embrapa Meio-Norte. Teresina 2002. 108 p. : il. ; 21 cm.

LEMOS, J. J. S.; FERREIRA, U. C. Q.; BOTELHO, D. C. **Irregularidade pluviométrica impactando a agricultura familiar no semiárido do Nordeste: estudos de caso para o Ceará**. In: I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016, Paraíba. Anais do I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido, 2016.

LEMOS, J. J. S. **Pobreza e Vulnerabilidades Induzidas no Nordeste e no Semiárido Brasileiro**. Tese submetida como parte dos requisitos para o concurso destinado à promoção da classe Professor Titular da Universidade Federal do Ceará-UFC, Fortaleza, Ceará, junho de 2015.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.. **Sistemas de Produção**1 ISSN 1679-012X.. Embrapa Milho e Sorgo. 9ª edição. 2015. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemas](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemas)>

deproducao/f6\_1ga1ceportlet&p\_p\_lifecycle=0&p\_p\_state=normal&p\_p\_mode=view&p\_p\_col\_id=column-1&p\_p\_col\_count=1&p\_r\_p\_-76293187\_sistemaProducaoId=7905&p\_r\_p\_-996514994\_topicoId=8658>. Consulta em: 27 out. 2019.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. il. (Biodiversidade, 26). 60p.

MATALLO JÚNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília, DF, Edições UNESCO Brasil, 2001. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001298/129871POR.pdf>. Acesso em: 22/10/2019.

MATTOS, P. L. P.; BEZERRA, V. S.. **Cultivo da Mandioca para o Estado do Amapá**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_ama pa/clima.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_ama pa/clima.htm)>. Consulta em: 29/10/2019.

MATTOS, P. L. P.; CARDOSO, E. M. R.. **Sistemas de Produção, 13 ISSN 1678-8796 Versão eletrônica**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2003. Disponível em: <[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_para/index.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/index.htm)>. Consulta em: 27 out. 2019.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017. Diário Oficial da União**. Conselho Deliberativo da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2017. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/images/arquivos/semi arido/arquivos/resolucao115-23112017-delimitacaodosemi arido-DOU.pdf>>. Acesso em: 22/10/2019

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). 2019. **Principais causas de desertificação no Brasil**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 22/10/2019.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. DE; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. **Clima e água de chuva no Semi-Árido**. Cap. 2, p. 37-59. In: BRITO, L. T. de L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). *Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro*. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

NORDESTE RURAL (Brasil). Nordeste Rural. **ONU declara a mandioca como o alimento do século XXI**. 2018. Disponível em: <<https://nordesterural.com.br/onu-declara-a-mandioca-como-o-alimento-do-seculo-xxi/>>. Consulta em: 29/10/2019.

PAN BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – 2005. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr\\_desertif/\\_arquivos/pan\\_brasil\\_portugues.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf)>. Acesso em: 24/10/2019.

PRISCO, J. T. **Possibilidades de exploração de lavouras xerófilas no semi-árido brasileiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, Vol. 21, 1986.

RODRIGUES, M. I. V. **A Propensão à Desertificação no Estado do Ceará: aspectos agropecuários, econômicos, sociais e naturais**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, PRODEMA. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2006.

SANTOS, M. C. **Solos do semiárido do Brasil**. Caderno do Semiárido – Riquezas e Oportunidades. CREA/PE, 2017.

SENA, Liana Mara Meneses de. **Conheça e Conserve a Caatinga – O Bioma Caatinga**. Vol.1. Fortaleza: Associação Caatinga, 2011. 54p.

SILVA, R. M. A. **Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Brasília, 2006. 298 p. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. 2006.

SOUZA, E. D. **Sistemas de Produção ISSN 1809-2675**. Embrapa Roraima. Roraima, 2019. Disponível em:

<[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=8001&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=9005](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8001&p_r_p_-996514994_topicoId=9005)>. Consulta em: 27/10/2019.