



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

**JOÃO LUIS DA COSTA UCHOA**

**RELAÇÕES ENTRE AS INSTABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS E AS  
PRODUÇÕES DE LAVOURAS DE SEQUEIRO NO CEARÁ, PIAUÍ E RIO GRANDE  
DO NORTE**

**FORTALEZA  
2021**

JOÃO LUIS DA COSTA UCHOA

RELAÇÕES ENTRE AS INSTABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS E AS PRODUÇÕES DE  
LAVOURAS DE SEQUEIRO NO CEARÁ, PIAUÍ E RIO GRANDE DO NORTE

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Rural.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José de Jesus Sousa Lemos.

**FORTALEZA**  
**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- U19r Uchoa, João Luis.  
Relações entre as instabilidades pluviométricas e as produções de lavouras de sequeiro no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte / João Luis Uchoa. – 2022.  
108 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. José de Jesus Sousa Lemos.
1. Semiárido. 2. Lavouras de sequeiro. 3. Pluviometria. 4. Clima. 5. Secas. I. Título.

CDD 338.1

---

JOÃO LUIS DA COSTA UCHOA

**RELAÇÕES ENTRE AS INSTABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS E AS  
PRODUÇÕES DE LAVOURAS DE SEQUEIRO NO CEARÁ, PIAUÍ E RIO GRANDE  
DO NORTE**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia Rural.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup>. José de Jesus Sousa Lemos.

Aprovada em: 22/08/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Jesus de Sousa Lemos  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Newton Pires Reis  
Universidade Federal do Ceará

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Ronaldo Haroldo Nascimento de Meneses  
Universidade Estadual do Maranhão

A Deus.

Aos meus pais, familiares e amigos que  
tanto me ajudaram a chegar até aqui.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade em fazer parte desta comunidade discente e pelos imensos aprendizados adquiridos através de professores e colaboradores.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Lemos, pela excelente orientação, por todo o apoio e parceria durante os anos de graduação e pós graduação.

Aos professores participantes da banca examinadora, pelos aprendizados durante esses anos, pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos órgãos públicos e os fomentadores da ciência por todo o suporte durante a realização do presente estudo.

Aos colegas de turma, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

À minha família, que sempre me apoiou em minhas decisões e fizeram o possível para que eu alcançasse meus objetivos.

## RESUMO

A instabilidade pluviométrica é a regra nas áreas do semiárido. Constitui-se como uma grande adversidade para as populações que vivem nessas regiões, principalmente, por aquelas que exercem ocupações agropecuárias. Em tais locais, a produção agropecuária é, especialmente, instável. Por isso, o elemento definidor é a ocorrência de chuvas. Esta pesquisa possui o objetivo de analisar a interface entre a instabilidade pluviométrica e as áreas colhidas, as produtividades e os preços de lavouras de sequeiro: feijão, mandioca, milho e caju em municípios dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, de 1974 a 2020. De forma específica, a pesquisa buscou (a) classificar os padrões de distribuição das chuvas ocorridas nesses estados, bem como os níveis de instabilidades no período de 1901 a 2020. (b) Adequar os padrões de pluviometria observados para cada estado aos municípios estudados no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020, período em que houve disponibilidade das informações acerca das lavouras; (c) aferir os padrões de instabilidades associados às variáveis definidoras da produção de feijão, mandioca, milho e caju nos municípios de acordo com o período estudado; (d) aferir as interações que existem entre as instabilidades de chuvas e as produções de feijão, mandioca, milho e de caju nos períodos climáticos definidos na pesquisa para os municípios selecionados dos estados, entre os anos de 1974 a 2020; (e) aferir a existência de resiliência aos estresses pluviométricos na produção dessas lavouras nos municípios e nos anos estudados. Para classificar as pluviometrias dos estados em períodos secos, normais e chuvosos, foram calculadas as médias e os desvios padrões históricos das pluviometrias observadas entre os anos de 1901 a 2020. Para aferir as instabilidades, a pesquisa utilizou os coeficientes de variação das pluviometrias. Para avaliar a sinergia entre as pluviometrias dos municípios estudados e as variáveis que definem a produção das lavouras, foi criado o índice de produtividade (IPROD) entre as variáveis definidoras das produções das lavouras. Nesse sentido, utiliza-se a metodologia de análise fatorial com a técnica de decomposição em componentes principais. Para aferir a ocorrência de resiliência, os dados das séries de pluviometria dos municípios foram organizados na sequência antes e depois das secas, sendo os IPROD estimados nesses períodos. Utilizou-se, ainda, a análise gráfica e de comparação de médias para testar a hipótese de resiliência. Os resultados da pesquisa mostram que foi possível classificar os regimes climáticos dos estados. Além disso, mostram que se confirmam as instabilidades pluviométricas nos estados ao longo do período estudado, o que perpassa para as variáveis utilizadas na construção do IPROD. A conclusão da pesquisa é que há resiliência aos estresses pluviométricos nos estados investigados.

**Palavras-chave:** semiárido; lavouras de sequeiro; pluviometria; resiliência ao clima; segurança alimentar; secas.

## ABSTRACT

The instability of rainfall is the rule in the areas in the semi-arid region and constitutes the great adversity for the populations that live under these regions, especially for those who work in agriculture. In these places, the agricultural production is especially unstable, and has as a defining element the occurrence of rainfall. The general objective of this research is to analyze the interface between rainfall instability and harvested areas, productivity and prices of rainfed crops: beans, cassava, corn and cashew in municipalities of the states of Ceará, Piauí and Rio Grande do Norte between 1974 and 2020. Specifically, the research sought: (a) To classify the distribution patterns of rainfall occurring in these states, as well as the levels of instability in the period from 1901 to 2020. (b) Adjust the rainfall patterns observed for each state, to the studied municipalities in Ceará, Piauí and Rio Grande do Norte between the years 1974 and 2020, years in which there is availability of information about the crops; (c) assess the patterns of instability associated with the defining variables of the production of beans, cassava, corn and cashew in the municipalities in the studied period; (d) to assess the interactions that exist between rainfall instabilities and the production of beans, cassava, corn and cashew in the climatic periods defined in the research for the selected municipalities of the states, between the years 1974 and 2020; (e) to assess the existence of resilience to rainfall stresses in the production of these crops in the municipalities and in the years studied. To classify the states' rainfall into drought, normal, and rainy periods, the historical mean and standard deviations of the observed rainfall between the years 1901 and 2020 were calculated. To gauge the instabilities the research used the coefficients of variation of rainfall. To evaluate the synergy between the rainfall of the municipalities studied and the variables that define the production of crops, the productivity index (IPROD) was created among the variables that define the production of crops. For this, it was used the methodology of factor analysis with the decomposition technique in principal components. To assess the occurrence of resilience, the data from the rainfall series of the municipalities were organized in the sequence before and after the droughts, with the IPROD estimated in these periods. Graphical and mean purchase analysis was used to test the resilience hypothesis. The results of the research showed that it was possible to classify the climatic regimes of the states. It also showed that rainfall instabilities are confirmed in the states over the period studied which is transmitted to the variables used to construct the IPROD. The overall conclusion of the research is that there is resilience to rainfall stresses in the states investigated.

Key-words: semi-arid; rainfed crops; pluviometry; climate resilience; food security; drought.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Ceará.....	75
Gráfico 2	– Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Piauí.....	75
Gráfico 3	– Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Rio Grande do Norte.....	76
Gráfico 4	– Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Ceará.....	85
Gráfico 5	– Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Rio Grande do Norte.....	86
Gráfico 6	– Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Piauí.....	86
Gráfico 7	– Ocorrência da resiliência agrícola no estado do Ceará entre os anos de 1974 a 2020.....	87
Gráfico 8	– Ocorrência de resiliência agrícola no estado do Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020.....	88
Gráfico 9	– Ocorrência da resiliência agrícola no estado do Piauí entre os anos de 1974 a 2020.....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variáveis selecionadas para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte.....	63
Quadro 2 – Estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Áreas de ocorrência de clima semiárido no mundo.....	22
Figura 2	– Delimitação do semiárido no Brasil.....	26
Figura 3	– Sub-regiões do Nordeste brasileiro, segundo Manoel Correia de Andrade, 1973.....	29
Figura 4	– Semiárido Cearense.....	36
Figura 5	– Divisão dos territórios de desenvolvimento do estado do Piauí.....	39
Figura 6	– Divisão político-administrativa do Rio Grande do Norte.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Total dos municípios nos estados que têm semiárido reconhecido oficialmente e participação relativa dos municípios do semiárido nos totais dos estados.....	24
Tabela 2	– Quantidade de municípios por estados, segundo a nova delimitação do semiárido brasileiro (2021).....	25
Tabela 3	– Definições dos Tipos de Clima de acordo com a amplitude do índice de Aridez (IA).....	27
Tabela 4	– Estados do semiárido e seus respectivos PIBs e rendas médias por domicílio.....	30
Tabela 5	– Número de estabelecimentos, área total e pessoal ocupado nos diferentes tipos de agricultura da região Nordeste – 2017.....	44
Tabela 6	– Maiores produtores de caju por estado.....	58
Tabela 7	– Percentual dos municípios estudados em relação aos totais dos estados.....	61
Tabela 8	– Número de estabelecimentos produzindo feijão, mandioca, milho e caju no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte em 2017.....	62
Tabela 9	– Definições dos períodos de pluviometria para os estados.....	64
Tabela 10	– Classificação do CV de acordo com sua amplitude.....	65
Tabela 11	– Média, desvio padrão e coeficiente de variação para as chuvas nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte ocorridas no período de 1901 a 2020.....	74

Tabela 12 – Limites inferiores e superiores das chuvas (CHU) ocorridas nos períodos de secas, normais e chuvosos estimados para o Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1901 a 2020.....	74
Tabela 13 – Totais de anos com ocorrências dos períodos de seca, normalidade e chuvoso nos estados do Ceará, Piauí e Rio do Norte, bem como os valores mínimos, máximos, médios e os Coeficientes de Variação (CV) das pluviometrias observadas entre 1901 a 2020.....	77
Tabela 14 – Médias e coeficientes de variação (CV) estimados para as áreas colhidas (AC), produtividades (PD) e valores de produção por hectare (VP) de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Ceará entre os anos de 1974 a 2020.....	78
Tabela 15 – Médias e Coeficientes de Variação (CV) estimados para as pluviometrias, produtividades e valores de produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Piauí.....	79
Tabela 16 – Médias e Coeficientes de Variação (CV) estimados para as pluviometrias, produtividades e valores de produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Rio Grande do Norte.....	80
Tabela 17 – Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Ceará para os anos de 1974 a 2020.....	81
Tabela 18 – Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Piauí para os anos de 1974 a 2020.....	82
Tabela 19 – Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Rio Grande do Norte para os anos de 1974 a 2020.....	83

Tabela 20 – Médias e CVs para os índices de produtividade dos três estados.....	84
Tabela 21 – Resultados encontrados para a análise de regressão a fim de testar a relação entre o IPROD e a pluviometria ocorrida nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre 1974 a 2020.....	85
Tabela 22 – Resultados do teste de diferenças de média dos índices IPROD estimados para antes e depois das secas para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte nos anos de 1974 a 2020.....	89

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Análise Fatorial
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
CV	Coefficiente de Variação
DCP	Decomposição em componentes principais
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
DP	Desvio Padrão
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GTDN	Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste
IA	Índice de Aridez
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa Econômica do Ceará
PIB	Produto Interno Bruto

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>O semiárido.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Dimensionamento do semiárido brasileiro.....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>O Nordeste brasileiro e o seu desenvolvimento.....</b>	<b>28</b>
<b>2.4</b>	<b>Secas no Nordeste brasileiro.....</b>	<b>31</b>
2.4.1	<i>Tipos de seca.....</i>	33
<b>2.5</b>	<b>O estado do Ceará.....</b>	<b>35</b>
<b>2.6</b>	<b>O estado do Piauí.....</b>	<b>37</b>
<b>2.7</b>	<b>O estado do Rio Grande do Norte.....</b>	<b>40</b>
<b>2.8</b>	<b>A agricultura familiar.....</b>	<b>43</b>
<b>2.9</b>	<b>Vulnerabilidades e resiliência no Nordeste brasileiro.....</b>	<b>46</b>
<b>2.10</b>	<b>A agricultura de sequeiro.....</b>	<b>50</b>
2.10.1	<i>A cultura do Milho.....</i>	52
2.10.2	<i>A cultura da Mandioca.....</i>	54
2.10.3	<i>A cultura do Feijão.....</i>	56
<b>2.11</b>	<b>Culturas permanentes.....</b>	<b>58</b>
2.11.1	<i>Caju e Castanha de Caju.....</i>	58
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>63</b>
<b>3.1</b>	<b>Delimitação da área de estudo.....</b>	<b>63</b>
<b>3.2</b>	<b>Natureza e fonte de dados.....</b>	<b>63</b>
<b>3.3</b>	<b>Justificativas para a escolha das variáveis.....</b>	<b>65</b>
<b>3.4</b>	<b>Métodos de análise.....</b>	<b>66</b>
3.4.1	<i>Metodologia utilizada para alcançar o primeiro e segundo objetivos.....</i>	66
3.4.2	<i>Metodologia utilizada para alcançar o terceiro objetivo específico.....</i>	66
3.4.3	<i>Metodologia utilizada para alcançar o quarto objetivo específico.....</i>	67
3.4.4	<i>Uma síntese do método AF no que se aplica a este estudo.....</i>	67
3.4.5	<i>Metodologia utilizada para alcançar o quinto objetivo específico.....</i>	72
3.4.6	<i>Metodologia utilizada para alcançar o sexto objetivo específico.....</i>	73
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>75</b>
<b>4.1</b>	<b>Resultados obtidos para o primeiro e segundo objetivos.....</b>	<b>75</b>

<b>4.2</b>	<b>Resultados obtidos para o terceiro objetivo.....</b>	<b>80</b>
<b>4.3</b>	<b>Resultados obtidos para o quarto objetivo.....</b>	<b>83</b>
<b>4.4</b>	<b>Resultados encontrados para atingir o quinto objetivo.....</b>	<b>86</b>
<b>4.5</b>	<b>Resultados encontrados para o sexto objetivo.....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A aglomeração de agentes econômicos, políticos e sociais, além de representar larga importância para os países em desenvolvimento, também auxilia pequenas e médias empresas ou produtores. Com isso, estes não só podem ultrapassar as inúmeras barreiras para a busca do desenvolvimento econômico, como também podem produzir de forma técnica, e economicamente eficiente, comercializando produtos e serviços em mercados nacionais ou internacionais (LASTRES., 2002).

A instabilidade presente no regime pluviométrico das áreas que apresentam as características do clima semiárido é uma das grandes adversidades enfrentadas pelas populações que vivem nessas regiões do planeta, principalmente, por famílias que exercem ocupações agropecuárias de sequeiro, atividade que é bastante dependente das chuvas. Em geral, a produção agropecuária torna-se, especialmente, instável, pois tem como elemento definidor a ocorrência ou não de bons e regulares períodos de chuvas (LEMOS, 2020).

Com chuvas irregulares, as regiões do semiárido costumam ser atingidas por longos períodos de escassez hídrica. Essa irregularidade possui influência direta nas produtividades da terra na agricultura, principalmente sobre as conhecidas lavouras de sequeiro que dependem, quase que em sua totalidade, das precipitações pluviométricas para o seu desenvolvimento e consequente produção (COUTINHO *et al.*, 2010).

A nova definição oficial para o semiárido brasileiro abrange regiões de todos os nove (9) estados da região Nordeste e também apanha parte do estado de Minas Gerais e parte do estado do Espírito Santo. O território do Ceará é o estado brasileiro que detém a maior área relativa localizada dentro dos limites oficiais do semiárido nacional, onde se observam problemas na execução do exercício de práticas agrícolas tanto na produção vegetal quanto na criação de animais domésticos, que surgem em decorrência não só da irregularidade das chuvas, como também das fortes e elevadas taxas de evapotranspiração do semiárido, que são predominantes em quase todo o seu território, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE, 2021).

Ocorre que, sazonalmente, a variabilidade dos períodos é bem definida, porque apresenta um período chuvoso e outro seco (CARDOSO *et al.*, 2002). Observa-se que, por exemplo, os valores apresentados pela precipitação média podem ficar por volta de 500 mm/ano em algumas regiões do Sertão do Inhamuns e podem ultrapassar 1.400 mm/ano no litoral de Fortaleza. Por outro lado, na Serra da Ibiapaba, o acumulado dos índices pluviométricos pode

ficar acima de 1.800 mm/ano e na Chapada do Araripe em torno de 1.000 mm/ano (COUTINHO *et al.*, 2010).

Segundo Lemos e Bezerra (2019), a instabilidade pluviométrica decorrente da sinergia entre escassez cíclica de chuvas e má distribuição espaço-temporal constitui-se em importante elemento para definir a produção agrícola do estado do Ceará. Nesse sentido, afeta as culturas praticadas pelos agricultores familiares que detém pouca tecnologia. Assim, são dependentes das oscilações e do volume de chuvas.

A instabilidade pluviométrica, que tão bem caracteriza o semiárido nordestino, é uma variável que está, diretamente, relacionada ao déficit das lavouras de sequeiro, como as de feijão, mandioca e milho. Culturas alimentares praticadas pela maioria dos agricultores familiares, as quais representam as principais atividades na produção agrícola regional conforme as evidências mostradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) através de pesquisas agrícolas municipais.

Na agricultura familiar dos estados do semiárido, em especial do Ceará, do Piauí e do Rio Grande do Norte, destacam-se os cultivos de caju, feijão, mandioca e milho que correspondem a aproximadamente 90,0% das áreas cultivadas. Em relação à cajucultura, no ano de 2017, a área colhida no país foi de 535 mil hectares com uma produção aproximada de 134 mil toneladas, e produtividade média de 251 kg/ha. Em 2017, com relação ao total, o Ceará teve uma produção de aproximadamente 81.908 toneladas, enquanto o Piauí teve 17.100 toneladas e o Rio Grande do Norte apresentou 20.607 toneladas (IBGE, 2018).

Ressalta-se que o nível de precipitação pluvial e a temperatura do ar são classificados como fatores exógenos, ou seja, fora do alcance das decisões dos grupos de agricultores que produzem efeitos nas atividades agrícolas, sobretudo aquelas identificadas como de sequeiro. As múltiplas alterações apresentadas pelo clima, quando transformadas em fortes secas, podem levar a crises e situações problemáticas com enormes potenciais catastróficos, sendo os grupos mais vulneráveis àqueles em que estão os agricultores, especialmente os que cultivam as lavouras de sequeiro no semiárido em regime familiar (MARENGO e BERNASCONI, 2015).

Na mesma direção, sabe-se que os produtores rurais, de um modo geral e, em particular, àqueles que trabalham com lavouras de sequeiro, têm a capacidade de desenvolver diversas estratégias de adaptação e de convivência com essas variações pluviométricas que são problemas recorrentes desde que eles entraram nas atividades agrícolas, seja pela aplicação dos conhecimentos adquiridos dos seus antecessores, seja pelas suas próprias experiências e observações. Esse conjunto de aprendizados e práticas leva a elaborar estratégias de sobrevivência nos períodos mais críticos de suas atividades laborais. Um comportamento que

pode ser classificado como resiliência, porque ocorre independente da ação de agentes externos ou de políticas públicas aplicadas pelas autoridades (MACHADO, 2018).

As características de instabilidades apresentadas pelo clima semiárido da região são potencializadas, principalmente, por chuvas concentradas em um curto período de tempo e distribuição espacial também desigual. De um ponto de vista temporal, as chuvas no semiárido do Nordeste acontecem, em geral, de três a quatro meses de cada ano. Logo após, há um longo período com poucas, ou sem chuvas. A umidade relativa do ar também é baixa em comparação às outras regiões, o que dificulta as diversas práticas agrícolas, sobretudo, àquelas que, quando exercidas sem o uso de tecnologias adequadas, têm dificuldades para o desenvolvimento vegetativo. Além disso, os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí não são homogêneos no revestimento florístico, no relevo, nas condições de solo e clima, sem contar os aspectos socioeconômicos (MARENGO e BERNASCONI, 2015).

Quando se estuda o comportamento das culturas agrícolas em regime de sequeiro durante os períodos de seca posteriores àqueles de melhores pluviometrias, pode-se compreender algumas das diversas causas para os produtores rurais emigrarem diante das primeiras dificuldades pluviométricas. Esse problema de êxodo rural tem potencial de produzir impactos importantes sobre as populações urbanas dos municípios para onde essas populações emigram (MARENGO e BERNASCONI, 2015).

O estudo e mapeamento das frequências relativas aos períodos classificados como os de seca, que é realizado nesta pesquisa, contribui para sinalizar políticas públicas de enfrentamento das dificuldades geradas pelo clima semiárido. Serve para o desenvolvimento de instrumentos de convivência com tais adversidades.

Assim, os agentes públicos podem fazer uso dos resultados para promoverem melhores intervenções de assistência técnica, extensão e desenvolvimento agrícola com planejamento técnico-científico. O presente estudo justifica-se, ainda, porque os seus resultados podem auxiliar os inúmeros agricultores nos momentos decisivos em que planejam as suas plantações de lavouras alimentares de sequeiro e de cajucultura no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte.

A hipótese norteadora deste trabalho é de que deve haver interações entre as instabilidades pluviométricas apresentadas e as variáveis que são definidoras dos resultados técnico-produtivos das culturas de lavouras alimentares de sequeiro e da cajucultura no semiárido dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. A pesquisa busca responder aos seguintes questionamentos: Qual o comportamento da chuva ao longo de um período histórico de 120 anos nesses três estados, no que se refere às ocorrências de períodos de seca e de abundância pluviométrica? De que forma as pluviometrias observadas nos municípios dos três

estados de 1974 a 2020 interagem com as variáveis definidoras da produção das lavouras alimentares de sequeiro e de caju? Pode-se afirmar que a produção dessas lavouras de sequeiro são resilientes às instabilidades pluviométricas observadas no período de 1974 a 2020?

Para responder a essas questões, o trabalho tem como objetivo geral verificar a existência do fenômeno da resiliência agrícola, além de possuir como objetivos secundários, classificar a pluviometria histórica dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte em períodos de seca, normalidade e chuvoso, avaliar as instabilidades da precipitação pluvial apresentada pelos municípios dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, aferindo a sinergia entre essas instabilidades e as variáveis definidoras das produções de feijão, mandioca, milho e caju no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte de 1974 e 2020.

De maneira específica a pesquisa busca:

i – classificar as pluviometrias dos estados em três períodos: seco, normal e chuvoso, tendo como base a série histórica de precipitação de chuvas observadas entre os anos de 1901 a 2020;

ii – aferir as magnitudes das instabilidades pluviométricas que acontecem nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte de 1901 a 2020;

iii – adaptar esses períodos definidos no primeiro objetivo aos municípios estudados no período de 1974 a 2020;

iv – detectar a sinergia que existe entre as instabilidades associadas às precipitações de chuvas e as variáveis que definem as produções de feijão, mandioca, milho e caju nos municípios selecionados para o Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte;

v - aferir a relação entre o índice criado no objetivo “iv” e a precipitação de chuvas nos estados.

vi – avaliar a existência de resiliência da produção dessas lavouras após terem sido alcançadas por estresses em pluviometria.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados os diversos conceitos e definições que ancoram a base empírica de análise deste trabalho. Faz-se referência às características da região do Nordeste, em especial àquelas onde há o clima do semiárido. Além disso, há breve retrospectiva histórica a respeito da formação do país e dos respectivos fundamentos que nortearam as tratativas de redução das grandes diferenças regionais do Brasil. Nesse contexto, a região Nordeste sempre esteve em posição de franca desvantagem nos padrões de desenvolvimento socioeconômico quando comparados às demais regiões brasileiras, principalmente, às regiões Sul e Sudeste.

### 2.1 O semiárido

As regiões áridas e semiáridas espalham-se pelos diversos continentes do globo, ocupando aproximadamente 1/3 da 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, ergueram-se ricos impérios e majestosas civilizações que deram início à modernidade da cultura ocidental e oriental (LEMOS, 2015).

O semiárido é um ecossistema caracterizado pelo baixo índice pluviométrico anual e por apresentar elevadas temperaturas anuais. Na maior parte do ano, a ocorrência de chuvas é limitada e a umidade relativa do ar é muito baixa. Caracteriza-se, também, por apresentar chuvas concentradas nos três a quatro meses iniciais e um longo período de estiagem ou com chuvas mais escassas e concentradas no restante do ano. Uma característica adicional do semiárido é a intermitência temporal das chuvas. É comum a ocorrência de anos com índices de chuva muito baixos (LEMOS e BEZERRA, 2019).

De acordo com Ab'Sáber (2003), os fatores que são responsáveis pelas características de originalidade fisiográfica, ecológica e social da região Nordeste são múltiplos, o que acaba sendo paradoxal em comparação aos diversos tipos de espaços geográficos apresentados por outras regiões do mundo subdesenvolvido. O nível de diferenciação de suas características econômicas e sociais é inegavelmente baixo. Por outra visão, é uma região sob forte intervenção pública, onde o planejamento estatal é elemento definidor de projetos e incentivos econômicos de alcance desigual, mediante a programas incompletos e desintegrados em relação ao desenvolvimento regional.

A soma dos efeitos ocasionados pelo surgimento dos fatores climáticos que, basicamente, define os limites do semiárido nordestino acarreta particularidades aos solos da

região, com o comprometimento do pouco desenvolvimento agrícola devido à escassa e intermitente disponibilidade hídrica, solos rasos e pouca cobertura com matéria orgânica devido à combustão seca em fortes temperaturas e baixos índices de umidade (SANTOS, 2017).

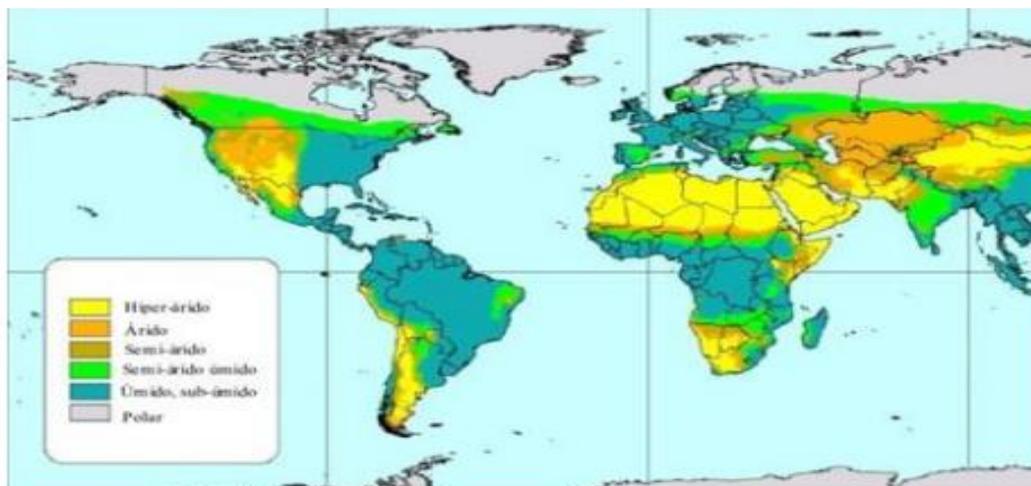
Uma grande porção da matéria orgânica decomposta no solo é carregada pelos fortes ventos antes mesmo da incorporação ao solo. Há, também, uma presença forte da erosão devido à ocorrência de secas e chuvas torrenciais que promovem grandes enxurradas nos rios e açudes próximos às plantações, além da notável presença de minerais primários com baixo grau de intemperização (SANTOS, 2017).

A região semiárida é caracterizada pela grande abundância de diferentes paisagens e ambientes, sendo esta uma das principais características físicas da região. No semiárido nacional, têm-se dois biomas: a Caatinga e o Cerrado, que estão presentes em 1/3 do território nacional (54% dos estados brasileiros e 34% dos municípios), segundo dados da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), (ASA BRASIL, 2019).

No Nordeste brasileiro, a Caatinga é a vegetação que predomina e está inserida no contexto climático geral. Os indígenas, que foram os primeiros habitantes da região, a chamavam assim, pois durante a estação seca, a maioria das plantas acaba por perder as folhas, prevalecendo na paisagem nordestina a aparência clara e esbranquiçada dos troncos das árvores. Daí veio 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 mais esverdeados. Seu patrimônio biológico encontra-se dentro do território brasileiro, não existindo em qualquer outra região do globo (SENA, 2011).

De acordo com Lemos (2015), a distribuição das regiões semiáridas no globo dá-se nas Américas, Oceania, Ásia e África. Pelo continente sul-americano, existem pelo menos três grandes áreas classificadas como semiáridas: a primeira, e menor delas, é a região de Guajira, que se estende por áreas da Venezuela e Colômbia; a segunda localiza-se em uma área que cobre parte da Argentina, Chile e Equador; e a terceira, a maior delas, localiza-se no Nordeste brasileiro, sendo o maior e mais semiárido do mundo em termos de extensão e de densidade demográfica. A Figura 1 apresenta as localizações dessas áreas pelo mundo.

Figura 1 - Áreas de ocorrência de clima semiárido no mundo



Fonte: Organização das Nações Unidas para a agricultura e comida/FAO (2001).

Todavia, o semiárido brasileiro ainda se apresenta como um dos ecossistemas mais chuvosos do planeta, possuindo pluviosidade média anual de 750 mm. Porém, em algumas dessas regiões, as chuvas médias podem não ultrapassar os 400 mm anuais. A evapotranspiração potencial média é elevadíssima, pois chega a atingir 2.500 mm durante o ano, causando elevados déficits hídricos, o que limita os cultivos agrícolas (MONTENGRO; MONTENEGRO, 2012).

## 2.2 Dimensionamento do semiárido brasileiro

Em 2015, o Banco do Nordeste do Brasil (BNB), no seu documento chamado de “Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro”, reuniu alguns técnicos conhecedores das especificidades do semiárido para elaborarem critérios de inclusão de municípios sob esse regime climático. O documento elaborado por aqueles convidados examinou a realidade dos nove (9) estados do Nordeste, dos municípios situados no Norte de Minas Gerais e no Norte do Espírito Santo. Com base nos critérios estabelecidos, os estados tiveram seus municípios parcial ou totalmente incluídos no semiárido oficial (BNB, 2005).

Na última revisão feita pelo conselho da SUDENE, os critérios para a inclusão dos municípios no semiárido brasileiro foram mantidos. Nesse sentido, um dos critérios é o de ser atingido pela localidade. A inclusão de um município dentro dessa classificação significa um amplo crescimento nas suas capacidades financeiras, principalmente, quando se a referência é o Fundo Constitucional para o Desenvolvimento do Nordeste (FNE) e o Plano Nacional para o Desenvolvimento do Nordeste (PND), (SUDENE, 2021).

Em função das disparidades socioeconômicas encontradas no Brasil, o programa do FNE surgiu com o objetivo de tentar amenizar as desigualdades sociais e regionais impostas pela Constituição Federal, o que trouxe a necessidade da existência de políticas públicas que sejam específicas para promover a diminuição das diferenças intrarregionais, mediante à democratização dos recursos produtivos que impulsionam o desenvolvimento tanto econômico quanto social com geração de emprego e renda (BANCO DO NORDESTE, 2005).

O surgimento do FNE foi iniciado pela Constituição Federal de 1988, e oficialmente, regulamentado pela Lei nº 7.827, de 27/09/1989, para ser uma fonte estável e volumosa de recursos públicos para o financiamento de atividades produtivas da região Nordeste e do Norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Provido pelos recursos federais, o FNE financia os investimentos em longo prazo e, complementarmente, o capital de giro ou custeio. Atualmente, o programa do FNE atende a mais de 2.000 municípios situados nos nove estados que compõem a região Nordeste e Norte dos estados do Espírito Santo e de Minas Gerais, contemplando com amplo e facilitado acesso ao crédito os segmentos empresariais de microempreendedores individuais, produtores, empresas, associações e cooperativas de tais localidades (BANCO DO NORDESTE, 2005).

Como já é de conhecimento, as Nações Unidas aplicam como critério para realizar a caracterização do semiárido o Índice de Aridez (IA). Para Lemos (2020), isso não é suficiente. O estudo realizado pelos especialistas do BNB postula que parece não existir uma sincronia entre os critérios usados para estabelecer uma delimitação ideal para o semiárido no Brasil, de modo que seja utilizado como um instrumento norteador das inúmeras políticas públicas para esse ecossistema. Essa confusão ganha força tanto em nível de Parlamentos (político estadual e municipal) como em nível dos governos brasileiros (Governo Federal), no que concerne à utilização desses critérios para a caracterização dos municípios a serem acolhidos oficialmente como incluídos na região do semiárido, para efeito de acesso aos vastos recursos diferenciados pelas políticas públicas desenhadas para esse ecossistema.

No ano de 2017, a tutela do novo Ministério da Integração Nacional, substituto do Ministério da Integração Regional, cuja antiga jurisdição está subordinada à (SUDENE) emitiu a Resolução nº 115/2017. Esta continha uma proposta nova em relação aos critérios técnico-científicos para a delimitação do semiárido, além de procedimentos para revisão de sua abrangência total (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2017).

Os critérios formados pela SUDENE para definir quais os municípios do semiárido a serem incluídos a partir de 2017 foram os seguintes: precipitação pluviométrica média anual

igual ou inferior a 800 mm; índice de aridez igual ou inferior a 50; e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano.

Tabela 1 - Total dos municípios nos estados que têm semiárido reconhecido oficialmente e participação relativa dos municípios do semiárido nos totais dos estados

<b>Estados</b>	<b>Total de Municípios</b>	<b>Municípios no semiárido</b>	<b>Estado/Município (%)</b>
Alagoas	102	38	37,2
Bahia	417	283	67,6
Ceará	184	171	92,9
Espírito Santo	64	23	35,9
Maranhão	217	16	7,3
Paraíba	223	188	84,3
Pernambuco	185	131	70,8
Piauí	224	215	95,9
R. Grande do N.	167	139	83,2
Sergipe	75	23	30,6
Minas Gerais	853	209	24,5
Brasil	5568	1426	25,61

Fonte: Elaboração própria, baseado em SUDENE (2021).

As populações presentes dentro desses municípios participam, ativamente, das políticas desenvolvidas, especificamente, para esse ecossistema, dentre as quais se pode destacar o (FNE), criado no ano de 1989 e legalmente regulamentado por Lei de número 7.827 de 27/09/1989. O FNE tem como principal objetivo contribuir para a geração de desenvolvimento econômico e social para o Nordeste, incluindo ainda o Norte de Minas Gerais e Espírito Santo, através da execução de programas de financiamento aos setores produtivos, em consonância com o plano regional de desenvolvimento. É operado, exclusivamente, pelo Banco do Nordeste do Brasil através do Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTDN), (GTDN, 1997).

Diante do panorama regional apresentado, de acordo com o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2017), o semiárido brasileiro é uma região que se encontra espalhada por 1,03 milhão de km<sup>2</sup>, correspondendo a 12% da área do Brasil e, atualmente, segundo (SUDENE,

2021) soma uma população de mais de 29 milhões de pessoas (12% da população brasileira) vivendo em 1.420 municípios de onze estados da federação (Tabela 2).

Tabela 2 - Quantidade de municípios por estados, segundo a nova delimitação do semiárido brasileiro (2021)

<b>ESTADO</b>	<b>MUNICÍPIOS</b>
Alagoas	38
Bahia	283
Ceará	182
Maranhão	16
Minas Gerais	209
Paraíba	188
Pernambuco	131
Piauí	215
Rio Grande do Norte	139
Sergipe	23
Espírito Santo	6

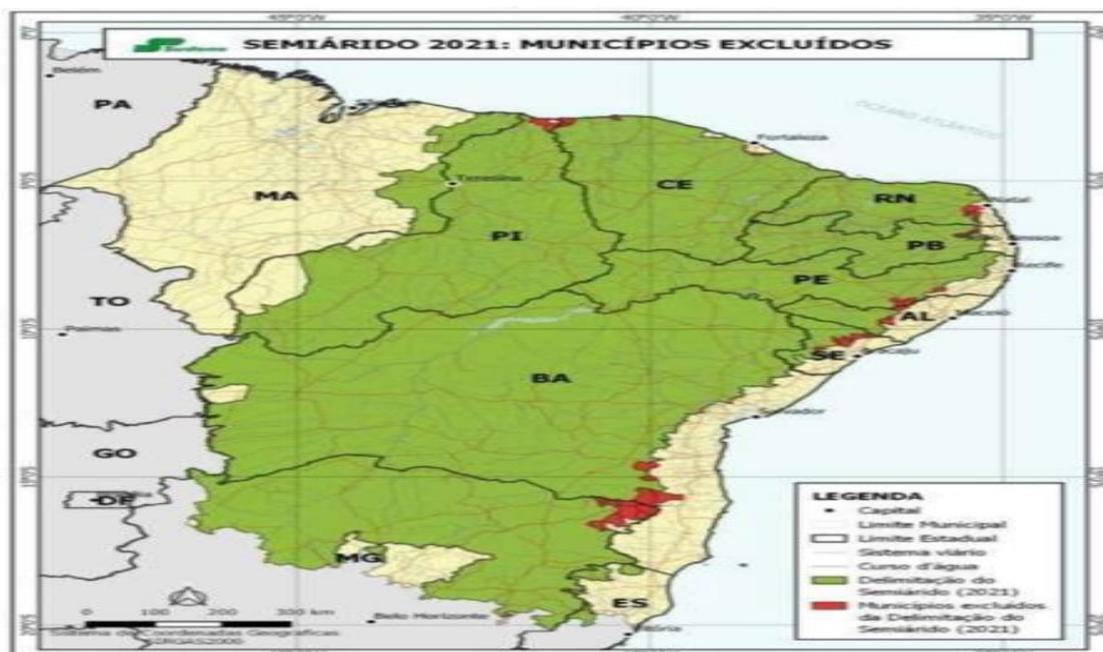
Fonte: SUDENE, 2021

Segundo a SUDENE (2021), o semiárido brasileiro passou a ser constituído por 1.420 municípios, distribuídos pelos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo (Figura 2). Os critérios para cada município se enquadrar na delimitação atual do semiárido foram aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, de 27/07/2017 e de nº 115, de 23/11/2017:

- Precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800mm;
- Índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50;
- Percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos o ano.

Na Figura 2, pode-se ter uma noção aprimorada dos municípios que estão, atualmente, inseridos dentro do semiárido, e de quais estados do Nordeste brasileiro estão em situação mais crítica em relação ao clima. Estado como, por exemplo, Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba, quase que, completamente, tomados pela delimitação do semiárido brasileiro.

Figura 2 - Delimitação do semiárido no Brasil



Fonte: SUDENE, 2021

As zonas classificadas pelo clima semiárido apresentam exclusivas especificidades climáticas, de solos, cobertura vegetal, fauna e flora nativa. A Organização das Nações Unidas (ONU) define as regiões do globo de acordo com essas características únicas, utilizando o Índice de Aridez (IA), que se embasa na metodologia, inicialmente, desenvolvida pelo pesquisador (Thornthwaite, 1948). Esta visa aferir a relação entre o total de chuva precipitada em numa determinada localização e a evapotranspiração potencial (LEMOS, 2015).

As situações mais delicadas em relação a essas medidas estão localizadas nos climas hiper áridos e áridos do globo, em que o valor do índice IA é, estritamente, menor do que 20, indicando uma capacidade de retenção de água por parte do solo inferior a 20% daquela que é precipitada na região. Em seguida, tem-se que as áreas situadas nos climas semiáridos tendem a variar o índice da IA entre 20% e 50%. Os demais limites apresentados pela metodologia indicam que as capacidades de retenção da chuva se referem aos climas, preferencialmente, subúmido e seco, subúmido e úmido e estritamente úmido (THORNTHWAITE, 1948).

Trata-se, portanto, da apresentação de uma relação entre a pluviometria que precipita e a água que evapora dos solos e dos leitos de água pela ação direta da incidência dos raios solares sobre eles, da atividade dos ventos e daquela em que as vegetações eliminam transpirando, naturalmente, no seu processo biológico, inclusive devido às ações do calor. Se em um determinado período chover menos do que a capacidade do solo e das plantas de reterem água,

haverá problemas numa escala, cada vez mais, crescente. Este problema é conhecido e tecnicamente chamado de balanço hídrico (LEMOS, 2020). A tabela 3 demonstra as caracterizações para a definição dos índices de aridez das respectivas regiões.

Tabela 3 - Definições dos Tipos de Clima de acordo com a amplitude do índice de Aridez (IA)

<b>Regiões de Acordo Com o Tipo de Clima</b>	<b>Índice de Aridez (IA) (%)</b>
Hiperárido	$IA \leq 5$
Árido	$5 < IA \leq 20$
Semiárido	$20 < IA \leq 50$
Subúmido e Seco	$50 < IA \leq 65$
Subúmido e Úmido	$65 < IA < 100$
Úmido	$IA \geq 100$

Fonte: United Nations Environment Management Group (2011).

As áreas que apresentam terras, predominantemente, secas (hiper áridas, áridas e semiáridas) cobrem, por volta de 40% da superfície do planeta, onde sobrevivem, aproximadamente, dois bilhões de pessoas, 90% destas situadas em países em desenvolvimento (UNITED NATIONS, 2013).

Segundo Matallo Júnior (2001), historicamente, foram nessas áreas que surgiram as primeiras grandes civilizações, com a formação de ricos povos e impérios que deram início às eras de grande modernidade e desenvolvimento da cultura ocidental e oriental, em que foram realizadas grandes descobertas feitas em diversos setores do conhecimento, incluindo a agricultura, hidráulica, engenharia e o desenvolvimento de novas tecnologias de irrigação.

### **2.3 O Nordeste brasileiro e o seu desenvolvimento**

Devido às amplas dimensões do território nordestino, e diante dos diversos aspectos de revestimento florístico, diversidade de fauna, variações climáticas e tipos diferentes de solo, Andrade (1973) dividiu a região do semiárido brasileiro em quatro sub-regiões no Nordeste ou quatro “Nordestes”. São elas: Meio-Norte, Zona da Mata, Sertão e Agreste. Essa divisão indica que a configuração da região está sujeita a um conjunto de fatores dentre os quais se destacam,

principalmente, os meios físicos, o meio biológico e a organização social dado o espaço ocupado pela população.

Por exemplo, na região do Oeste do Piauí são observados trechos com prevalência da tradicional Caatinga. O principal e grande rio que os atravessa e os separa do estado do Maranhão é o Parnaíba. Nessa zona do Piauí, há um contingente populacional com a presença dos maiores níveis de pobreza do Brasil. As atividades econômicas predominantes desenvolvidas são o extrativismo da palmeira do babaçu e da carnaúba e a agricultura familiar realizada por pequenos agricultores em regime de sequeiro (ANDRADE, 1973).

A sub-região do Sertão também é referida como a mais extensa área de clima semiárido nordestino. Nela, prevalecem temperaturas altas em todos os meses do ano, com raras exceções, sujeita à intermitência espacial e temporal em relação às chuvas, sendo a seca uma realidade recorrente para os moradores locais (ANDRADE, 1973). As secas constantes destroem a vegetação nativa, dificultando o desenvolvimento de lavouras e a criação de animais em larga escala, além de colaborar, negativamente, com a emigração desordenada das famílias sertanejas. O Sertão começa no Leste do Piauí e se estende em todos os demais estados do Nordeste, excetuando-se o Maranhão. Nessa sub-região, está localizada Fortaleza, capital do Ceará.

Na área do Sertão, estão as maiores zonas sujeitas ao processo de desertificação, com a presença de períodos sistemáticos de escassez hídrica. Também se encontram algumas culturas de atividades agrícolas que fazem uso de tecnologias mais elementares de cultivo. Envolve a produção de lavouras alimentares com tecnologias arcaicas e de reduzida produtividade, em geral, voltadas quase que, exclusivamente, para gerar segurança alimentar com bastante dificuldade e quase sempre deficitária. Além disso, há uma agricultura pouco monetizada. A região é muito vulnerável à ocorrência de fortes secas, sendo que a segurança alimentar fica bastante comprometida nos anos de estiagem, principalmente entre as famílias mais pobres. No Sertão, é praticada a pecuária extensiva de forma rudimentar. Apesar das dificuldades, a paisagem da região é bonita e pode ser uma importante fonte de renda sob a forma de atração turística, que ainda não é adequada e suficientemente explorada (ANDRADE, 1973).

Na Figura 3, com relação à sub-região da Zona da Mata, a vegetação predominante é o que restou das antigas florestas da Mata Atlântica, em processo acelerado de devastação. O cultivo da cana-de-açúcar é a mais tradicional e ainda a principal atividade econômica agrícola da região. Outras atividades praticadas são a extração de petróleo, o cultivo de cacau, o café, as frutas, o fumo, a agricultura familiar produtora de alimentos e uma significativa presença de

indústrias. Também se diferencia das demais a produção de sal marinho, sobretudo no Rio Grande do Norte, que, inclusive, possui um elevado potencial turístico (Cabral, 2018).

Figura 3 - Sub-regiões do Nordeste brasileiro, segundo Manoel Correia de Andrade, 1973



Fonte: Andrade (1973)

Ainda segundo Andrade (1973), o Agreste nordestino é uma zona localizada na faixa paralela à região costeira do Nordeste brasileiro, situado entre a Zona da Mata e o Sertão. Esse espaço de transição estende-se desde o Rio Grande Norte até os planaltos do estado da Bahia. O conjunto dos 4 espaços formam o bioma denominado Caatinga. O Agreste é caracterizado pelo índice pluviométrico médio anual de 700 mm de chuvas. Em algumas faixas, é comum a ocorrência de fortes e duradouras secas. As áreas mais úmidas são próximas à Zona da Mata, enquanto as mais secas estão localizadas próximas a zona do Sertão. Algumas das principais cidades (polos urbanos) de todo o Nordeste estão localizadas no Agreste nordestino. Esses municípios apresentam uma economia diversificada, com a presença de indústrias, comércios, variedade de serviços e bom desenvolvimento urbano, por exemplo, Feira de Santana (Bahia), Campina Grande (Paraíba), Caruaru (Pernambuco) e Arapiraca (Alagoas). Na Tabela 4, estão demonstrados os respectivos PIBs e a Renda per capita de todos os estados com municípios inseridos na região do semiárido brasileiro.

Tabela 4 - Estados do semiárido e seus respectivos PIBs e rendas médias por domicílio.

<b>Estados</b>	<b>PIB em 2019 (1.00.000 R\$)</b>	<b>Renda Per Capta (R\$)</b>
Alagoas	58.964	17.667
Bahia	293.241	19.716
Ceará	163.575	17.792
Maranhão	97.348	13.757
Paraíba	67.986	16.916
Pernambuco	197.853	20.704
Piauí	52.781	16.125
Rio Grande do Norte	71.337	20.342
Sergipe	44.689	19.441
Espírito Santo	137.346	34.177
Minas Gerais	651.872	30.794

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2021)

A legião dos agricultores familiares nordestinos, no geral, não possui assistência técnica, ou trabalham com assistência técnica deficiente e insuficiente, que os inviabiliza o acesso a tecnologias mais modernas, experimentadas. Ou seja, tecnologias mais adequadas e adaptadas às condições adversas da região semiárida. Essa insuficiência degrada as plantações devido à recorrente prática de limpeza do solo que, geralmente, é realizada pela prática das queimadas. Além disso, os trabalhadores rurais, em grande maioria, habitam áreas de tamanho diminuto que acaba por não viabilizar a manutenção de atividades que assegurem a segurança alimentar de suas famílias, sem a produção de excedentes que possam ser comercializados. Assim, fica prejudicada a produção de lucros, tornando-os, inevitavelmente, vulneráveis à insegurança alimentar e à renda (LEMOS, 2020).

As crescentes mudanças climáticas modificam, como resultado das ações antropogênicas, o período de retorno de eventos climáticos naturais como enchentes e secas, que podem produzir perdas na produção agropecuária, fortes variações dos preços de mercado, redefinição do calendário agrícola, que deve se adequar à nova realidade climatológica da região, com modificações nos hábitos de cultivo e nas dietas das populações locais, além da restrição na oferta de alimentos. Algumas correntes da pesquisa agrícola atual defendem que as mudanças climáticas beneficiarão algumas produções de alimentos espalhados pelo globo, ao transformarem áreas antes improdutivas em áreas agricultáveis. Em regiões áridas e semiáridas,

por exemplo, a questão da variação climática reduzirá a estabilidade alimentar da região (FERRANTI, 2016).

## **2.4 Secas no Nordeste brasileiro**

Durante a segunda década do século XXI, a região do Nordeste brasileiro foi, fortemente, atingida por uma das maiores secas de sua longa história. A chamada “Grande Seca” durou cinco anos ininterruptos, ocorrendo entre os anos de 2012 a 2017, atingindo em maior ou menor grau todos os estados inseridos na região. Outro episódio climático tão extenso e destrutivo só havia sido observado em meados do século XVIII. Entretanto, mesmo diante da gravidade apresentada pela estiagem prolongada, não foram observados na região um cenário de crise social exacerbado. A agricultura familiar resistiu à escassez hídrica, mantendo-se, relativamente, presente na paisagem regional (LIMA; MAGALHÃES, 2018).

A história do semiárido no Brasil está, intimamente, relacionada às secas, cujos efeitos se apresentam nas mais variadas formas, seja pelo aumento do desemprego rural, fome, pobreza ou pela conseqüente emigração das áreas afetadas. As secas são fenômenos naturais, desvios do clima em longo prazo e, no Nordeste, afetam, principalmente, os moradores vulneráveis da região semiárida, criando situações de deficiência hídrica, energética e insegurança alimentar. Fazem parte da variabilidade climática natural da região. Ocorreram no passado, estão ocorrendo no presente e, de acordo com as projeções de mudanças climáticas, provavelmente, continuarão e se intensificarão no futuro. Além do que, aproximadamente, 57% da terra no semiárido do Nordeste brasileiro tem sido usada, intensamente, nas últimas décadas, resultando em grave degradação de seus ativos naturais (MARENGO E BERNASCONI, 2017).

Todos esses aspectos citados fazem com que estes estados sejam, ainda hoje, caracterizados por um grande e evidente acúmulo de desigualdades, apresentando, por um lado, a moderna ocupação espacial por áreas de agricultura irrigada e com mecanização de ponta. Por outro lado, a predominância da agricultura de sequeiro e caprinocultura extensiva, considerada de elevado risco e de baixa produtividade geral (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

Sendo o fenômeno da seca, devidamente, reconhecido como um problema de Estado, e com o conhecimento adquirido sobre o tema, uma solução hidráulica foi ventilada pelas autoridades, constituída, principalmente, pela ideia de geração de um certo nível de acumulação em grandes reservatórios de água escoada durante os períodos mais chuvosos para a utilização nos períodos secos do ano. Ao longo desses momentos, a seca era um evento. Verdadeiramente, desastroso a ser combatido, diante da ideia de criar as condições de fixar o homem no campo.

Logo, formava-se um escudo em torno da capital litorânea e dos maiores conglomerados humanos, que ficariam livres da invasão dos flagelados da seca (CAMPOS, 2010).

De acordo com Lemos (2020), houve pelo menos 140 anos de secas entre os séculos XVI e XXI. Diante de tal fato, essa é a grande razão pela qual o surgimento da escassez hídrica tem dado ao semiárido brasileiro uma espécie de notoriedade às avessas, em razão das suas consequências. Na década de 1950, o Governo Federal começou a tomar medidas mais amplas contra os efeitos provocados pelas grandes e prolongadas secas através da construção de açudes, cisternas e canais, além da criação de programas sociais para as pessoas mais afetadas pelos fatores climáticos.

Não existem estatísticas disponíveis precisas sobre a mortalidade em decorrência das fortes secas, mas as estimativas variaram entre 200 a 500 mil pessoas. Desde a década de 1970, não foram mais registradas mortes em decorrência direta da seca, mesmo com a continuação do fenômeno do êxodo da região semiárida, embora em um nível muito reduzido (CARVALHO, 2010).

As políticas públicas sobre a seca, diante da realização da conferência global sobre o clima, Rio 92, onde foi redigida a Agenda 21, em que houve uma atenção especial com a temática da semiaridez. Diante do novo contexto, a erradicação da pobreza foi descrita como um dos principais objetivos. Então, o Estado brasileiro desenvolveu múltiplos programas para suprir essa questão objetiva, por exemplo, o Bolsa Família, o Água para Todos e o Seguro Safra. Dentre todas medidas estruturais adotadas, destaca-se a transposição do São Francisco, que pode trazer um alívio do paradigma para a compreensão da seca (CAMPOS, 2010).

A transposição realizada entre as bacias hidrográficas é, meramente, uma transferência de água de uma bacia para ser usada por outra, técnica utilizada desde os tempos da Antiguidade, por exemplo, com o transporte de água por centenas de quilômetros nos aquedutos romanos. No Ceará, destaca-se a transposição de águas da Bacia do rio Jaguaribe para as bacias e reservatórios da Região Hidrográfica Metropolitana de Fortaleza, cujo complexo sistema de abastecimento é formado por uma rede de cinco açudes: Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio, que são ligados entre si por canais e adutoras. Logo, o açude Castanhão, a maior obra da solução hidráulica planejada para o estado do Ceará, com capacidade de acumular mais 6,1 bilhões de m<sup>3</sup>, pereniza o rio Jaguaribe (AZEVEDO *et al.*, 2005).

Mesmo diante de todos os esforços relacionados a uma produção de uma solução hidráulica, é persistente a mobilização de muitos meios, por exemplo, o uso dos carros pipas na paisagem. Nesse contexto, a realização da Operação Carro-Pipa é consequência direta da cooperação técnica e financeira entre os Ministérios da Integração Nacional e da Defesa

(BRASIL NETO, 2019). Porém, mesmo nas comunidades rurais mais vulneráveis e remotas, a realização da Operação Carro-Pipa tem sido instrumento de campanhas políticas, e também um instrumento, meramente, comercial para a realização da venda de caminhões e água bruta por preços elevados ou de qualidade abaixo do recomendado (GUTIÉRREZ *et al.*, 2014).

#### 2.4.1 Tipos de seca

De acordo com Ayoade (2011), o fenômeno da seca corresponde a um desequilíbrio hidrológico do ambiente, caracterizado pela baixa e má distribuição das chuvas em uma determinada região. Ocorre quando o nível de evapotranspiração ultrapassa, em algum momento, a precipitação de chuvas nos períodos em que, normalmente, seriam chuvosos, causando a redução da umidade do solo e, como consequência, limitações na produção da agricultura.

Existem diversas às classificações sobre os períodos de secas registrados ao longo do tempo, sendo aqui adotada a seguinte classificação proposta por Fernandes *et al.*, (2009):

– Seca meteorológica: é aquela observada apenas com base no grau de secura e na duração do período seco quando em comparação a algum período “normal”. Ou seja, é caracterizada pelo déficit na precipitação em relação aos valores normais. Caracteriza-se pela falta de água induzida pelo desequilíbrio apresentado pela relação precipitação e a evaporação, a qual é dependente de outros elementos, por exemplo, a velocidade do vento, temperatura, umidade do ar e insolação.

– Seca agrícola: está diretamente associada à questão disponibilidade de água no solo para suprir o crescimento e desenvolvimento saudável das plantações. A umidade deficiente no solo junto a uma cultura específica pode afetar, negativamente, a germinação, o crescimento e o desenvolvimento da planta, levando à redução do rendimento final da atividade agrícola.

–Seca hidrológica: está relacionada à redução dos níveis médios de água nos reservatórios superficiais e, também, subterrâneos por um determinado período de tempo, podendo ser aferido durante dias, semanas, meses ou anos consecutivos. Portanto, seca hidrológica é aquela que afere o abastecimento hídrico da sociedade.

–Seca socioeconômica: está relacionada ao impacto provocado pela seca sobre as atividades industriais e agrícolas humanas, incluindo aqueles impactos mais diretos e indiretos na produção agrícola. Ocorre quando existe um déficit de água que induz a falta de bens ou na execução de serviços (energia elétrica, alimentos, entre outros) devido ao volume de água ser inadequado, resultante de má distribuição das chuvas.

Em longo prazo, existe a presença de um equilíbrio dinâmico, caracterizado, principalmente, como paradigma de adaptação. O clima é um dos fatores determinantes, pois dele surge características marcantes como, por exemplo, as distribuições temporais, e em especial, as irregulares ocorrências de precipitação pluvial. Diante disso, o surgimento da seca na região do semiárido emerge tanto da soma do pequeno volume recebido de pluviosidade quanto da distribuição temporal irregular (anual) e espacial (dentro do próprio ano em que ocorrem) das chuvas (LIMA; MAGALHÃES, 2018).

As secas mais recentes desencadearam uma nova tentativa para a elaboração de discussões sobre o melhoramento de políticas e da gestão em níveis federal e estadual. Embora o histórico de gerenciamento de secas no Nordeste seja bem vasto, existem ainda grandes lacunas e oportunidades nas quais os administradores públicos podem considerar o foco na redução da vulnerabilidade e na melhoria do monitoramento, previsão e antecipação, sistemas de alerta, avaliações de impacto, medidas de mitigação e planejamento de respostas. Porém, apesar de uma ampla experiência institucional na gestão e na adaptação das consequências das secas no Brasil, a extensão dos impactos no Nordeste, nos anos recentes, indica que ainda é necessário melhorar as medidas de preparação e resposta (LIMA; MAGALHÃES, 2018).

A chamada Grande Seca (2012-2017), que atingiu a agropecuária regional do Nordeste brasileiro, principalmente a agricultura familiar, que desenvolve suas produções agrícolas, predominantemente, em regime de sequeiro. Os segmentos da economia local perderam partes consideráveis de seus rebanhos de bovinos, ovinos e caprinos, além de perdas nas lavouras de alimentos tradicionais, que foram, especialmente, impactadas. Porém, a adoção de diversas políticas públicas contribuiu para um certo nível de manutenção do setor agrícola, apesar das perdas elásticas e das carências históricas enfrentadas pela grande maioria dos produtores rurais, como o acesso limitado à terra e à água (MARTINS; MAGALHÃES, 2015).

Considerando as dimensões humanas da seca, como a forma que afeta a agricultura familiar e a economia regional ou suas consequências ambientais, observa-se que é necessário desenvolver e institucionalizar abordagens proativas para o gerenciamento de secas, como processos de produção direcionados à adaptação da população local, adaptação de sistemas de cultivo e pecuária baseada em gestão sustentável da terra e medidas de diversificação de atividades geradoras de ocupação e de renda. No futuro, as secas mais frequentes podem incrementar a degradação ambiental, havendo uma possível aridificação do Nordeste, juntamente com uma deterioração do meio ambiente devido à utilização de práticas não sustentáveis de uso da terra. Embora a seca possa contribuir para esse fenômeno, as principais

razões são o excesso de pastagem, as queimadas, o desmatamento e a exploração excessiva das águas subterrâneas (MARENGO E BERNASCONI, 2017).

Mesmo que a ação da aridez seja uma característica permanente de um clima seco, o processo de desertificação é uma degradação, mais ou menos, presente na terra em áreas semiáridas e subúmidas. Cerca de 94% do semiárido do Nordeste estão sob suscetibilidade que pode ser classificada de moderada ou até mesmo alta à desertificação (MARENGO E BERNASCONI, 2015).

## **2.5 O estado do Ceará**

A área estimada do Ceará é de, aproximadamente, 146.889 km<sup>2</sup>. Sob ação direta do clima semiárido, há cerca de 95% de incidência em seu território. Seguindo a divisão político-administrativa estadual, possui 184 municípios, dos quais 171 estão presentes, oficialmente, na área no semiárido a partir de janeiro de 2021, fazendo desse o estado o maior com zona territorial relativa no semiárido brasileiro reconhecido pelo Governo Federal através do Ministério da Integração (MIN, 2017).

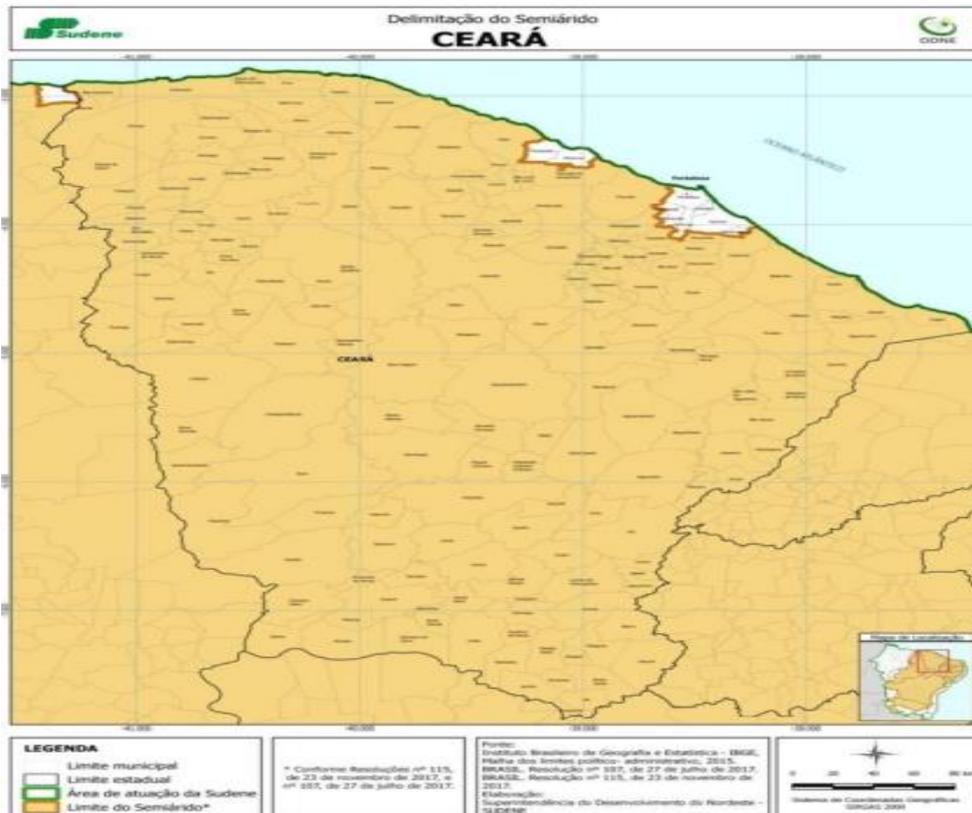
O estado do Ceará apresenta uma forte diversidade de paisagens em suas unidades geoambientais. As grandes superfícies sertanejas submetidas à semiaridez apresentam predominância da vegetação e do clima da Caatinga. Por outro lado, as regiões serranas como, por exemplo, o Pico Alto de Guaramiranga (1.112m) e o Pico da Serra Branca (1.154m) possuem condições climáticas mais frias e podem ser classificadas como paisagens de exceção no contexto do semiárido segundo o Instituto de Pesquisa Econômica do Ceará (IPECE, 2016).

Por outro lado, os recursos hídricos presentes no estado do Ceará apresentam-se, na maioria das vezes, insuficientes e intermitentes, pois há estágios comprometedores de poluição que são, por sua vez, decorrentes das atividades industriais e residuais de grandes centros urbanos e das regiões em volta das indústrias. Nesse sentido, é fruto, também, do uso de técnicas agrícolas rudimentares. Nota-se, assim, o predomínio de uma estação chuvosa que pode variar entre 3 a 6 meses, geralmente nos primeiros meses do ano, alternando-se com o período seco que permanece de 7 a 9 meses (IPECE, 2021).

Segundo Praxedes (2021), a instabilidade pluviométrica, em virtude da escassez cíclica de chuvas e má distribuição temporal e espacial, constitui-se como importante definidor da produção agrícola do estado do Ceará, afetando, sobretudo, as culturas praticadas pelos agricultores familiares que detém pouca tecnologia. Esse quadro torna, portanto, os produtores cearenses dependentes das oscilações e do volume de chuvas. Assim, a instabilidade

pluviométrica, que tão bem caracteriza o semiárido nordestino, é uma variável que está, diretamente, relacionada ao déficit das lavouras de sequeiro, como as de feijão, mandioca e milho cultivadas, majoritariamente, pelos agricultores cearenses. Na Figura 4, está o mapa contendo os municípios cearenses inseridos no semiárido oficial.

Figura 4 - Semiárido Cearense



Pode-se observar que, no semiárido cearense, uma grande parte dos solos cultiváveis já se encontra em avançado estágio de degradação em diferentes níveis e por inúmeros fatores, gerando sérias e profundas preocupações, sobretudo em relação aos riscos de evoluírem os processos de desertificação, como já ocorrem em algumas regiões do Ceará. Cabe atenção por parte dos agricultores e, principalmente do poder público, pois o processo de reversão dos efeitos da desertificação não é nada fácil, uma vez que os processos de formação e regeneração do solo são muito lentos e os custos podem ser demasiadamente elevados nos ambientes afetados (IPECE, 2016).

No presente semiárido cearense, especificamente, as culturas agrícolas de sequeiro têm uma importância elevada e de caráter subsistência para a agricultura familiar. Essas plantações, em sua maioria, constituem a base do sustento e da alimentação de muitas famílias rurais que

se localizam na porção semiárida do estado. Portanto são de fundamental importância para a garantia da segurança alimentar e a geração de renda monetária para as respectivas famílias. As culturas produzidas no regime de sequeiro, geralmente, não fazem uso das tecnologias modernas como, por exemplo, irrigação e mecanização (LEMOS, 2015).

## **2.6 O estado do Piauí**

O estado do Piauí localiza-se no Nordeste brasileiro e possui sua separação regional em quatro Mesorregiões: Norte, Centro Norte, Sudeste e Sudoeste. Atualmente, dividido em 224 municípios, o Piauí apresenta uma população estimada em 3.194.718 habitantes, tendo uma densidade demográfica de 12,40 Hab/Km<sup>2</sup> no ano de 2014, e índice de pobreza considerado alto, de 53,11% em 2013. O estado apresenta grande concentração populacional na porção norte do estado, especialmente na mesorregião Centro-Norte, que possuía uma população de, aproximadamente, um milhão e meio de habitantes no ano de 2010. Fica evidente uma considerável diferença na densidade demográfica das diversas porções territoriais do estado, com uma alta densidade demográfica na porção norte (IBGE, 2019).

Segundo Alves (2009), diante da forte concentração populacional na zona da mesorregião Centro-Norte piauiense, a explicação deve-se, principalmente, à localização geográfica da capital Teresina, cuja localização se constitui em fator condicionante para a ocorrência da concentração da população e da formação de uma área de influência e polarização.

Pode-se observar que, a partir das informações dos Censos Demográficos do IBGE de 1980 e 2010, nas últimas três décadas, Teresina passou por uma explosão de crescimento populacional. Em 1980, a população não chegava a 400.000 habitantes e, em 2010, passou a 814.230 habitantes, sendo, atualmente, um dos polos de processos de atração migratórias da região Nordeste (IBGE, 2019).

Segundo as informações presentes no Anuário do Piauí (2006), o desenvolvimento econômico do Piauí ocorreu, inicialmente, pela introdução da pecuária extensiva e exportadora. Com o declínio de tal atividade econômica, surgiu a cultura do extrativismo vegetal.

Com a decadência dessa outra atividade e a forte chegada da emigração da Síria e do Líbano, que começou a ter um destaque no ano de 1950, as atividades de comércio e serviços passaram a impulsionar o crescimento do estado. Também informa o Anuário do Piauí (2006) que a indústria nasceu graças aos incentivos do governo estadual. Contudo, hoje, o grande gerador de mais empregos é o setor de comércio e serviços, mas aquele que está transformando

o Piauí é o agronegócio, em especial, com a crescente produção de soja do centro sul piauiense, que tem gerado mais dividendos para a economia.

O surgimento da pecuária extensiva e exportadora, tanto para o mercado nacional quanto internacional, teve uma formação marcada por curtos períodos constituídos. Estes tiveram começo com a construção das fazendas de criação de bovinos e de equinos no interior do estado. Tal fase caracterizou-se como a mais longa dos períodos econômicos observados no estado, permanecendo por todo o século XVII e XVIII (ALVES, 2009).

No auge da pecuária extensiva e exportadora, o Piauí teve a maior criação de gado do Brasil, com 536 fazendas. O surgimento da atividade de extrativismo vegetal de múltiplas especiais como, por exemplo, a cana e o algodão iniciaram no meio do século XVIII, com a decadência e encerramento do ciclo da pecuária. No início do século XIX, um dos principais produtos do extrativismo vegetal, o algodão, ocupou o segundo lugar na receita do Piauí. No fim do século XIX, teve início a exploração da carnaúba e de suas múltiplas utilidades. Já no século XX, a partir dos anos de 1930, o estímulo para o crescimento da economia piauiense foi a cera de carnaúba em seu estado natural, com diversas utilidades, sobretudo, na indústria farmacêutica, marcante até depois da segunda metade do século XX, quando sucedeu a substituição da matéria-prima da carnaúba por produtos sintéticos, derivados do petróleo. Nessa época, a economia do Piauí passou por um longo período de estagnação (ALVES, 2006).

O estabelecimento do comércio e a realização da prestação de serviços destacaram-se a partir dos anos de 1950, principalmente, na capital do Piauí, Teresina, onde estava localizada a maioria das lojas. Isso ocorreu devido à infraestrutura localizada na capital por ter as principais estradas de acesso que facilitavam as trocas de comércio com os outros estados nordestinos, tais como o Ceará, Maranhão e Pernambuco (ALVES, 2009).

As divisões das macrorregiões foram definidas através do cruzamento de critérios físicos-ambientais e critérios socioeconômicos (SEPLAN, 2003), sendo que os primeiros definidores da divisão parecem ter prevalecido sobre os demais quando se instituíram as regiões, tendo em vista que as próprias divisões das macrorregiões fazem referência direta aos aspectos físico ambientais. Por exemplo, Macrorregião do Litoral (MR 1); Macrorregião do Meio Norte (MR 2); Macrorregião do Semiárido (MR 3); e Macrorregião do Cerrado (MR 4). Essa regionalização ultrapassa os limites político-administrativos do estado do Piauí, atingindo, inclusive, a parte do leste do estado do Maranhão e parte do noroeste do estado do Ceará, reforçando a prevalência dos critérios físico-ambientais em sua configuração.

Na Figura 5, é possível observar como se dá a atual divisão de territórios dos municípios do estado para o desenvolvimento de políticas públicas pela Secretaria de Desenvolvimento do Estado do Piauí (SEPLAN, 2003).

Figura 5 - Divisão dos territórios de desenvolvimento do estado do Piauí



Fonte: SEPLAN (2003)

Considerando uma análise das variáveis socioeconômicas associada ao nível de renda e de escolaridade, os dados mais recentes apontados pela (IBGE, 2019) evidenciam que o percentual da população de 18 anos ou mais de idade sem qualquer rendimento no estado do Piauí era de 13,81% em 2001 e 4,25% em 2013. Logo, pode-se observar a melhora considerável, com um patamar superior se em comparação com a combatida média nacional, que chegou ao nível de 5,24% em 2013.

Seguindo o mesmo sentido, a taxa de analfabetismo, considerando os habitantes de 15 anos ou mais de idade, tem, gradativamente, diminuído ao longo dos anos. No entanto, o estado ainda apresenta uma das maiores taxas do país. A taxa de analfabetismo passou de 31,81% em 2001 para 19,92% em 2013. É a terceira mais elevada do país, sendo menor apenas que a apresentada pelos estados do Maranhão e de Alagoas, e muito acima do valor de São Paulo, que atingiu 4,94% de analfabetos em 2013 (DEDECCA, 2014).

## 2.7 O estado do Rio Grande do Norte

O início da colonização do Rio Grande do Norte foi, basicamente, caracterizado por uma economia incipiente e mal desenvolvida, marcada também pelas disputas violentas por terras entre as populações indígenas, as vilas de colonos e os missionários, período que ficou conhecido como a Guerra dos Bárbaros. Realizando uma análise do ponto de vista econômico, em função das condições climáticas não tão favoráveis, o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar como fora observado nas capitanias de Pernambuco, Itamaracá e Paraíba, não existiu, além do que quase não havia engenhos que manufacturassem o açúcar para a exportação na região (MATOS; SOUZA, 2015).

O Rio Grande do Norte acabou tornando-se uma zona em que a atividade da pecuária era a mais relevante, sendo importante fornecedor primário da carne e de couro para as capitanias vizinhas, e mesmo para as mais distantes, como a da Bahia. Além das cabeças de gado, também se fazia presente uma importante cultura de abastecimento entre os produtores, na qual as produções, por exemplo, de farinha de mandioca eram protagonistas. Por desenvolver atividades nem tanto atrativas, seu crescimento populacional não foi tão grande quanto os apresentados pelas capitanias consideradas mais centrais do país, como Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Esta última, embora criada apenas no século XVIII, com a descoberta do ouro, fomentou uma migração enorme para as áreas de mineração. Já o Rio Grande do Norte permaneceu crescendo a passos lentos. Nos últimos anos da metade do século XVIII, a capitania do Rio Grande do Norte enfrentou relevantes períodos de secas, como as dos anos de 1754, 1760 e 1772. Além de provocarem a destruição de lavouras e a morte em massa do gado, as grandes secas amplificaram, consideravelmente, o conflito por terras entre colonizadores e indígenas (MATOS; SOUZA, 2015).

Sobre a relação direta com as consequências dos conflitos, das fortes epidemias de varíola e das próprias grandes secas, a massa da população indígena na capitania reduziu-se de maneira drástica. Por outro lado, ampliava a demanda por mão de obra escrava, principalmente negra, ainda no século XVIII, sobretudo para a exploração das plantações da cana-de-açúcar. Aliás, o redirecionamento do foco da produção econômica na zona do sertão para a atividade açucareira e, mais tarde, para a produção de algodão e exploração do sal constitui um fator marcante do século XIX no estado do Rio Grande do Norte (MEDEIROS, 1973).

Segundo as informações de Monteiro (2002), as importantes transformações que envolveram todo o estado do Rio Grande do Norte, principalmente entre o final do século XVIII e as primeiras décadas do século XIX, como, por exemplo, a substituição do monopólio

comercial português pela liberdade comercial sob a influência da presença da economia inglesa, gerou a passagem da condição básica de colônia para uma nação independente. Além disso, houve a necessidade de uma reorganização política, com vistas a manter o monopólio dos grandes proprietários rurais e, ao mesmo tempo, garantir a unidade territorial do jovem Brasil. A demanda de situar o estado no Rio Grande do Norte surgiu no contexto nacional em decorrência da compreensão de que as grandes diferenças e as múltiplas dinâmicas territoriais nele estudadas compõem os processos multi-escalares. Estes estão relacionados, de um lado, à construção de regionalidades com outras unidades federativas da região Nordeste. De outro lado, relacionados à divulgação das singularidades do espaço potiguar em comparação ao território nacional.

Afirma-se ainda que o nível do PIB da região Nordeste e, em especial, do estado do Rio Grande do Norte, evoluiu durante a década de 1980, curiosamente na chamada “Década Perdida”, num patamar superior ao do restante do país. No ano de 1982, por exemplo, com o ápice da crise recessiva instalada no Brasil, a variação anual do PIB do Brasil apontou 0,5% contra -4,5% em 1981, ao passo que a economia do Nordeste apresentou uma variação de (10,5%) em 1982 diante de -0,7% em 1981. Mais curioso foi o desempenho da economia do Rio Grande do Norte, pois sua variação foi de 12,6% em 1982 contra 0,8% em 1981 (BOLETIM CONJUNTURAL DO NORDESTE DO BRASIL, 1995).

Embora em menor patamar, a mesma tendência verifica-se em relação ao PIB do Rio Grande do Norte na comparação ao PIB do Nordeste (4,6% em 1970 contra 5,9% em 1990). É pertinente destacar que o Rio Grande do Norte se evidencia, dentre todos os demais da região, pela grande variação positiva de sua participação percentual no PIB do Nordeste nos seguintes períodos: 1980/1970 com 19,6%; 1990/1980 e 1994/1990 com 7,3% e 10,2%, respectivamente. Quando, para os mesmos períodos, outros estados apresentaram variações inferiores e/ou decrescentes a exemplo da Bahia (6,0%; -7,1% e 2,1%); Pernambuco (-16,7%; -9,3% e -7,5%); e Ceará (9,0%; 8,3% e 6,9%), (BOLETIM CONJUNTURAL DO NORDESTE DO BRASIL, 1995).

Apesar de uma vasta área territorial que, aparentemente, é diminuta diante da vastidão do território brasileiro, 52 811,126 km<sup>2</sup>, equivalentes a 3,42% da área do Nordeste e a, aproximadamente, 0,62% da superfície do Brasil (IBGE, 2021), o estado do Rio Grande do Norte apresenta complexos contrastes com o contexto da união. Por isso, seu polígono diferencia-se nas representações geográficas do cenário nacional, apontando alguns importantes contrastes geográficos e sociais do território norte-riograndense em comparação ao Nordeste e ao Brasil (Figura 6).

Figura 6 - Divisão político-administrativa do Rio Grande do Norte



Fonte: Cascudo (1984)

Constata-se que não se presencia mais as teses do (Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste, 1967) quanto à existência de uma região Nordeste estagnada, defasada, pois as grandes “ilhas de desenvolvimento” como, por exemplo, o Polo Petroquímico de Camaçari (BA); o Polo de Confecções de Fortaleza (CE); o Complexo Metalúrgico do Maranhão; o Complexo Agroindustrial das cidades de Petrolina e de Juazeiro (BA/PE), as modernas práticas agrícolas áreas de cultivo de grãos do oeste baiano, sul do Maranhão e Piauí; e também o Polo de Fruticultura do Vale do Açu (RN), são a expressão maior da concentrada e oligopolizada modernização do Nordeste. Entretanto, é possível aferir que essa ação estatal de origem anticíclica, bastante experimentada pelo Nordeste e pelo Rio Grande do Nordeste, a partir da gestão da SUDENE, por não se contrapor à apropriação de todos os bens, propriedade e gestão privada focada na acumulação dos lucros, permitiu que esse mesmo Nordeste, da região do semiárido, da seca, do pequeno produtor, isto é, o Nordeste que necessita da reforma agrária, do acesso à água ou à energia elétrica, permanecesse “quase” que intocada, mantendo-se assim as diferenças.

Na direção contrária, os números da exclusão social observados no Nordeste e no estado do Rio Grande do Norte são ainda mais lamentáveis quando comparados aos do restante do país, os quais, por sua vez, se apresentam como um dos mais catastróficos do Terceiro Mundo. Tanto o Nordeste quanto o estado potiguar “superam” o Brasil nas taxas de mortalidade infantil, subemprego e indigência, assim como são detentores da menor esperança de vida (em anos); menor População Economicamente Ativa (PEA) em relação à População Total quando se compara à média nacional (MATOS; SOUZA, 2015).

## **2.8 A agricultura familiar**

As Unidades Agrícolas Familiares (UAF) caracterizam-se por utilizarem, predominantemente, agentes produtivos que têm vínculos afetivos e/ou familiares, ao contrário das Unidades Agrícolas Patronais (UAP) que utilizam apenas força de trabalho contratada de forma temporal ou permanente. Em geral as UAF, diferentemente das UAP, apresentam explorações agrícolas bem diversificadas. De acordo com Buainain (2013), as UAF caracterizam-se, também, por um conjunto de fatores, os quais podem ser exemplificados como a formação do grupo ao longo da história, as heranças culturais diversificadas, a experiência profissional familiar, a utilização dos recursos naturais, o capital humano e social empregado na produção, entre muitos outros.

O termo agricultura familiar foi institucionalizado e legitimado pelos gestores públicos a partir de 1995, com a iniciativa partindo do Ministério Extraordinário de Política Fundiária. Nesse sentido, incorporou a nova proposta de diferentes segmentos expressivos da sociedade brasileira, envolvendo as Universidades, as Empresas de Pesquisa, a Assistência Técnica, a Extensão e Fomentos Rurais, além da presença dos agricultores, organizados em cooperativas ou não (NAVARRO; PEDROSO, 2014).

As atividades nas UAF, em geral, são realizadas em áreas pequenas, destinadas ao plantio de policulturas, sendo necessárias à sobrevivência dos grupos familiares, que são mantidos pelo trabalho familiar. O alimento colhido, na maioria das vezes, serve não só para a segurança alimentar das famílias, como também para a produção comercial. Por isso, é uma importante fonte de renda monetária para as famílias ocupadas nessas atividades. A região Nordeste inclui uma grande parte da agricultura familiar do país, pois os estabelecimentos rurais da região são, em sua maioria, de pequenos produtores familiares, sendo de grande importância para a produção de alimentos e ocupação de mão de obra no meio rural (GUANZIROLI *et al.*, 2011).

O agricultor classificado como familiar, que exerce as suas atividades no meio rural, é, geralmente, caracterizado pelo cumprimento dos seguintes quesitos: não possuir uma área maior do que quatro módulos fiscais; utilizar, predominantemente, mão de obra de origem na própria família no estabelecimento das atividades do seu estabelecimento ou empreendimento; apresentar um percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu empreendimento; e dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com relação direta a sua família. Na Tabela 5, são apresentados os números da agricultura familiar, espalhada pelo nordeste brasileiro (CASA CIVIL – LEI 11.326, 2006).

Tabela 5 - Número de estabelecimentos, área total e pessoal ocupado nos diferentes tipos de agricultura da região Nordeste – 2017

Agricultores	Estabelecimentos		Área Total		Pessoal Ocupado	
	Número	%	Hectares	%	Número	%
Familiar	1.838.846	79,2	25.925.743	36,6	4.708.670	73,8
Não Familiar	483.873	20,8	44.968.122	63,4	1.688.094	25,2
Total	2.322.719	100	70.893.865	100	6.376.764	100

Fonte: Censo Agropecuário 2017 (IBGE/Sidra).

Além disso, foram criadas reformas nas organizações de representação sindical, com o objetivo de debater e consolidar a atividade da agricultura familiar no país. Essas ações representam a legitimação de uma nova categoria em termos sociais, que até então não possuía acesso aos benefícios da política agrícola nacional. Os agricultores familiares são componentes chave para garantir a própria segurança alimentar por meio da diversificação e obtenção de produtos destinados ao autoconsumo das famílias. Também extraem dos seus empreendimentos renda monetária através da venda de excedentes e/ou de itens que foram cultivados com essa intenção (WANDERLEY, 1996).

De outro ponto de vista, os múltiplos aspectos culturais, ambientais e sociais do desenvolvimento envolvidos na questão fazem com que as UAF se transformem nos principais agentes fomentadores do desenvolvimento rural. Além desses quesitos, foram desenvolvidas modificações e atualizações nas formas como as organizações de representação sindical se estabelecem, com o objetivo de debater, avaliar e consolidar o setor da agricultura familiar no país. Esse conjunto de ações representam a base para legitimação de uma nova grande categoria social no Brasil, que até então não tinha facilidade de acesso aos benefícios de políticas agrícolas já utilizadas por outros setores (MATTEI, 2014).

No decorrer do início deste século, a agricultura familiar brasileira recebeu um reforço institucional de política pública para continuar desempenhando um papel de destaque na produção de alimentos para o consumo da população em geral. Com a aprovação de políticas públicas, entre elas a Lei nº 11.326, que forneceu um marco legal para a agricultura familiar nacional. Esse segmento conseguiu garantir, em partes, o devido reconhecimento, importância social e econômica por meio da ampliação das políticas públicas como, por exemplo, o programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar (PRONAF) (Casa Civil, 2006).

Além do Pronaf, foram criadas políticas de assistência técnica e extensão rural (ATER); de comercialização dos produtos, por meio do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE); seguro agrícola e igualdade, em relação ao sexo, na participação desses programas voltados para o meio rural (PIRES, 2013).

Vale destacar que, com a criação desses programas, foram desenvolvidas estratégias para o estabelecimento da segurança alimentar, nutricional e no combate à fome, procurando estabelecer conexão com a produção de produtos agrícolas e consumo por meio da compra institucional de alimentos da agricultura familiar (PIRES, 2013).

De acordo com o levantamento realizado pelo IBGE, que levou em consideração mais de 5 milhões de propriedades rurais de todo o território do Brasil, foi constatado que, aproximadamente, 77% dos estabelecimentos agrícolas do país foram definidos como unidades agrícolas familiares (UAF). Portanto, as UAFs têm participação significativa quando se trata do número de unidades produtivas de alimentos e matérias primas no Brasil. Ficou constatado naquele levantamento que tanto as lavouras permanentes quanto as temporárias tiveram produções relativas bastante relevantes naquele ano. De acordo com os dados presentes no levantamento realizado, a agricultura familiar empregava direta ou indiretamente mais de dez (10) milhões de pessoas em 2017, o que representa 67% do total de pessoas ocupadas na agropecuária (IBGE, 2018).

Os terrenos utilizados para a prática dessas culturas agrícolas, geralmente, possuem dimensões reduzidas e são exploradas até à exaustão dos seus recursos, atuando em conjunto com a sua reduzida fertilidade natural, sendo que as áreas relativas das terras, bem como a sua relativa qualidade, reduzem de acordo com o crescimento das famílias. (Buainain *et al.*, 2013) afirmam que é comum caracterizar a agricultura familiar como um setor atrasado do ponto de vista produtivo e social, voltado, basicamente, para a produção de alimentos básicos.

A agricultura familiar é essencial para a geração de emprego, e assim, torna-se a principal assistente no desenvolvimento das práticas sustentáveis, já que possui igualdade na

busca dos desejos evidenciados por grande parte da sociedade não inserida no meio rural (BUAINAIN *et al.*, 2013).

## **2.9 Vulnerabilidades e resiliência no Nordeste brasileiro**

Embora a vulnerabilidade seja, comumente, associada a um aspecto importante da pobreza, ser rico não é, necessariamente, o mesmo que não ser vulnerável. De modo parecido, a pobreza e a vulnerabilidade são conceitos dinâmicos. Obviamente, os mais ricos podem não estar tão vulneráveis o tempo todo ou durante todo o seu ciclo de vida, assim como uma parcela da população considerada pobre pode não permanecer pobre em todo o seu ciclo e vida. Mas, são os pobres que se tornam vulneráveis, pois não possuem recursos essenciais, em proporção ideal, para exercer suas vidas em plenitude com um mínimo de conforto e dignidade possíveis. Eles sofrem de diversas privações, pois carecem de ativos materiais. Tendem a ter níveis de educação e de saúde mais precários se comparados aos demais estratos sociais, além das deficiências em outras áreas (RELATÓRIO DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - HDR, 2014).

Afora a presença da vulnerabilidade social, existem, também, as vulnerabilidades políticas e institucionais, que são abordadas pelo Comitê Econômico para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Nesse sentido, a vulnerabilidade institucional é referida como a tendência de uma sociedade, ou população, a ser exposta a um determinado fator de risco natural, diante do grau de fragilidade dos seus componentes (infraestrutura, moradia, atividades produtoras, organização de sua sociedade, sistemas de alerta antecipado, desenvolvimento político e institucional). Por isso, há prejuízos humanos e materiais (PIZARRO, 2001).

De acordo com Cardona (2004), a vulnerabilidade envolve a predisposição de um elemento, sistema ou comunidade de ser afetada ou suscetível a danos. Para a autora, a vulnerabilidade se origina como consequência de três fatores:

- a) fragilidade física: ligada à suscetibilidade de assentamentos humanos a serem afetados por fenômenos naturais devido à sua localização em uma área sujeita a riscos;
- b) fragilidade socioeconômica: ligada à predisposição de sofrer danos devido à marginalização, à segregação em assentamentos humanos, à pobreza e aos fatores similares;
- c) falta de resiliência: relacionada às limitações de acesso, mobilização de recursos e incapacidade de responder quando se trata de absorver o impacto provocado por um desastre.

Pode estar diretamente relacionado a origem do subdesenvolvimento e à falta de estratégias públicas de gerenciamento de riscos. Como essa série de fatores atingem, diretamente, as populações mais pobres e vulneráveis, acredita-se que estes são os mais afetados pelos efeitos da vulnerabilidade, sendo a população mais rica a menos afetada. Dessa forma, os efeitos das vulnerabilidades não atingem de forma equitativa os mais ricos e os mais pobres (PIZARRO, 2001).

Assim, a região do semiárido do Brasil está, especialmente, sujeita a diversos tipos de vulnerabilidades. Além dos fatores climáticos, a redução dos recursos hídricos, a erosão dos terrenos e a degradação generalizada dos recursos nesse ecossistema dificultam, consideravelmente, a situação da população inserida em tal área. Isso a deixa vulnerável, o que impacta a resiliência das culturas agrícolas e das famílias dos agricultores que dependem dessa produção para se manterem (LEMOS, 2020).

As vulnerabilidades relacionadas às atividades econômicas na região do semiárido brasileiro elevam-se devido, principalmente, à instabilidade climática. As consequências causadas pela instabilidade que abala as populações e os ecossistemas que estão aí alocados não se manifestam de forma idêntica sobre todos os segmentos populacionais da zona, pois os mais pobres são os mais afetados, uma vez que estão em uma situação de já elevada vulnerabilidade (FAO, 2014).

Lemos (2020) aponta que as vulnerabilidades climáticas e fundiárias escancaram no Nordeste rural as vulnerabilidades tecnológicas, que têm influência decisiva sobre a construção e a divisão da renda na região. Por isso, geram ainda mais vulnerabilidades socioeconômicas. Logo, não é coincidência que, nessa zona, se encontre a maior parte da população que é dependente das transferências diretas de recursos por parte do Governo Federal, na forma de programas de assistência social.

A vulnerabilidade predispõe os agentes sociais do meio a experimentarem situações de instabilidades ou de riscos. Pode ser provocada por múltiplos fatores externos e pode atingir, de forma desigual, grupos perfeitamente formados, como se depreende da citação de (KUHNNEN, 2009, p. 39):

A vulnerabilidade é uma condição externa à pessoa que a predispõe ao risco e, por esta razão, estão intimamente ligados (risco e vulnerabilidade), podendo mesmo ser entendidos como um existindo em função do outro. Contudo, dois grupos populacionais podem estar sujeitos ao mesmo perigo, mas não apresentem o mesmo risco por não estarem igualmente na mesma situação de vulnerabilidade (KUHNNEN, 2009, p. 39).

A pobreza e a vulnerabilidade caminham como curvas de uma equação tangencial. Aqueles mais pobres são vulneráveis não apenas por questões relacionadas, ou por causa de tal condição. Isso porque o estar vulnerável possui relação com a noção de deficiências de acesso a serviços que deveriam ser fornecidos pelo próprio Estado. Contudo, a condição de vulnerabilidade não, obrigatoriamente, implicará a indução de pobreza para aquela população vulnerável. O exemplo clássico na literatura é a vulnerabilidade decorrente das intempéris da natureza, por exemplo, como vulcões, tsunamis, tempestades e outros que atingem de maneiras diversos diferentes segmentos sociais (DE LEON, 2006).

Na configuração das vulnerabilidades induzidas, a deseducação destaca-se das demais, conhecida também como educação de baixa qualidade ou ainda como a falta da sua continuidade para segmentos, numericamente, significativos. A educação é dever constitucional do Estado, principalmente, nas suas fases iniciais. Outra vulnerabilidade induzida é conhecida como a privação que contingentes populacionais têm de serviços básicos ambientais como, por exemplo, água tratada, saneamento, coleta de lixo, que acabam por deixar os seus organismos vulneráveis a doenças. Especialmente em crianças, provoca um incremento considerável na taxa de mortalidade infantil ou na mortalidade de crianças menores de cinco anos (LEMOS, 2020).

Dessa maneira, o conceito que define o termo Agricultura Resiliente ao Clima (*Climate Resilience Agriculture – CRA*) pode ser construído como uma etapa anterior ao CSA. Segundo as informações de (Rao *et al.*, 2016), o conceito de CRA significa a incorporação de adaptação, mitigação, somando ainda outras práticas na agricultura que tenham a capacidade de incrementarem o sistema produtivo para assim responder a diferentes instabilidades climáticas, com resistência aos danos, recuperando-se rapidamente e assegurando produção sustentável. Em resumo, pode-se falar que é a capacidade de um sistema de retomar a sua posição passada. O CRA envolve o incremento em manejo dos múltiplos recursos naturais, como terra, água, solo, além de recursos genéticos buscando sempre as melhores práticas agrícolas e pecuárias (RAO *et al.*, 2016; GOPINATH, 2016).

Geralmente, relacionada à vulnerabilidade, resiliência é a capacidade dos sistemas sociais e ecológicos de enfrentarem e se adaptarem aos estresses sociais, políticos e ambientais (Adger *et al.*, 2020). O termo resiliência acaba sendo usado de diferentes modos e por diferentes disciplinas. Na ecologia e nas ciências ambientais, por exemplo, comumente, resulta ser entendido como uma propriedade que identifica a capacidade de um ambiente ou ecossistema recuperar seu estado inicial após sofrer um choque ou uma agressão. Essa definição faz parte

da compreensão, inclusive, do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2001). O termo passou a ser visto, não sem controvérsia, como um conceito complexo.

De acordo com a relatoria do HDR (2014), existe uma variação desse conceito que pode ser relacionada à questão abordada, a resiliência social. Esta é caracterizada como a capacidade das pessoas, ou grupos de populações, de confirmar bons resultados sob novas circunstâncias e, quando se faz necessária, por outros meios. Compartilham, igualmente, de uma melhor compreensão dos modelos, da correlação dos componentes e dos ciclos de feedback envolvidos.

Resiliência pode ainda ser definida como a capacidade das famílias de absorver e mitigar os danos ou perdas causadas por desastres naturais. Refere-se à capacidade de recuperação e resistência a desastres. O impacto dos desastres naturais nas famílias depende do seu nível de resiliência. Expostos aos mesmos desastres, as famílias com melhor capacidade de enfrentamento e resiliência podem sofrer menos danos do que àquelas com baixa capacidade (ADGER *et al.*, 2020).

## **2.10 A agricultura de sequeiro**

O plantio dessas lavouras constitui a estrutura da sobrevivência de um grande percentual de famílias rurais desses municípios. Portanto, são fundamentais para assegurar a segurança alimentar e renda básica das mesmas. Muitas dessas culturas são produzidas sem o uso de tecnologias modernas, por exemplo. A irrigação e a mecanização da lavoura auxiliam na elevação dos níveis de produtividade. Por isso, há uma dependência quase que exclusiva de boas chuvas para se reproduzirem. Normalmente, são plantadas no primeiro semestre do ano, período que é considerado “chuvoso” na região semiárida do Nordeste (COSTA FILHO, 2019).

No estado do Ceará, não é comum a prática do uso de tecnologias que fomentam elevadas produtividades como, por exemplo, a irrigação, a mecanização e o uso de sementes, geneticamente, aperfeiçoadas na produção de lavouras em regime de sequeiro. Esses fatores fazem com que a agricultura cearense apresente dificuldades não só na sua condução, como também na sua maneira de ser uma atividade sustentável: econômica, social e ambientalmente (ROSENZWEIG E HILLEL, 2005).

Os agricultores familiares do Sertão nordestino, no geral, sem a presença de assistência técnica, ou com assistência técnica deficitária, ficam comprometidos em relação ao acesso a tecnologias ideais e mais adaptadas às condições adversas da região. Por isso, degradam as suas plantações devido à prática de limpeza do terreno que, geralmente, é feita pela aplicação das queimadas (COSTA FILHO, 2019).

Esses produtores, em sua grande maioria, sobrevivem em áreas de dimensões reduzidas, o que acaba por não viabilizar a sustentação de atividades que possibilitem o estabelecimento da segurança alimentar e a produção de excedentes alimentares que possam ser comercializados para, assim, gerar dividendos a fim de assegurar as demais necessidades das famílias, tornando-os menos vulneráveis à insegurança alimentar (LEMOS, 2020).

A maior parte dos pequenos produtores não faz coleta dos seus solos para mandar realizar análises. Tanto a correção do solo quanto a adubação, quando realizadas, estão quase sempre aquém do que é recomendado. O controle de plantas invasoras, geralmente, é mecânico e, muitas vezes, realizado tardiamente. A baixa densidade de plantio é frequente, o que facilita a ocorrência do mato. Normalmente, a colheita é realizada manualmente e com atraso, o que aumenta as perdas no campo e a infestação de insetos, dificultando os ganhos tanto na segurança alimentar como na venda dos excedentes (MOURA *et al.*, 2007).

Logo, são culturas que, de maneira mais ampla, apresentam reduzidas produtividades do terreno. Isso pode ser atribuído às condições climáticas adversas da região, ao baixo nível de capitalização para investimento dos produtores, à falta de acesso contínuo aos serviços públicos de extensão e pesquisa, e à falta de recursos adequados a essa dura realidade. De um modo parecido, devido às consequências ocasionadas pelas instabilidades pluviométricas, observadas em todo o semiárido, com a concentração das quadras chuvosas nos poucos e iniciais meses do ano, torna-se muito complicado para os produtores rurais e fomentadores de políticas públicas, direcionadas ao auxílio desses agricultores, elaborarem um planejamento das futuras produções de lavouras de sequeiro (PAIVA, 2018).

As instabilidades climáticas do bioma tendem a ser decisivas na capacidade de previsão das variáveis definidoras da produção de lavouras em regime de sequeiro no Semiárido brasileiro. Entretanto, é uma atividade de fundamental relevância para se tentar prever o que irá ocorrer na produção agrícola de sequeiro na perspectiva de ocorrência dos diferentes níveis pluviométricos. (PAIVA, 2018).

As plantações de feijão e milho são classificadas como lavouras temporárias (culturas de curto amadurecimento, geralmente menor que um ano). A mandioca apresenta um ciclo mais longo, que pode durar até dezoito meses. Essas culturas são replantadas a cada ano agrícola. Os agricultores somam suas experiências com o decorrer dos seus trabalhos, observando como trabalhavam os seus antecedentes ou seus vizinhos de maior sucesso. Logo, eles fazem estoques das sementes de feijão e de milho, bem como das estacas de mandioca, que serão aplicados nos próximos ciclos de plantios. Eles selecionam as sementes e as mudas das plantas mais produtivas (CARDOSO, 2002).

Os diversos agricultores da região têm o costume de observar o comportamento do tempo e aprendem a prevê-lo. Portanto, eles desenvolvem certas habilidades durante suas vidas, diante da observação do que acontece ao redor e de acordo com o comportamento de suas plantações. Pode-se afirmar que os trabalhadores rurais da região do semiárido que exercem a prática dessas lavouras de sequeiro, que dependem quase que exclusivamente da ação das chuvas, criam assim elevadas capacidades adaptativas às dificuldades que sempre encontram ao longo da sua vida na medida em que exercem essas atividades. Quando em conjunto com outras atividades agrícolas, inclusive a pecuária, além da grande capacidade adaptativa às dificuldades impostas pelo clima, as trajetórias dos agricultores do semiárido fazem com que eles construam, dentro de suas famílias, uma grande capacidade de resiliência, principalmente durante os períodos de fortes secas (LEMOS, 2019).

Um observador externo a esse ambiente ficaria surpreso ao testemunhar a grande penúria que prevalecia para os trabalhadores rurais durante os períodos de estiagens, assim como ficaria surpreso se testemunhasse os benefícios gerados durante um período de bonança climática. Diante dessas variações, muitos agricultores relutam em abandonar as suas áreas de colheita. As Unidades Agrícolas Familiares do Sertão possuem tal característica: o apego emocional desses sujeitos ao ambiente que sempre conviveram. Esse fato é fator suficiente para deter parte da migração rural-urbana, que provocaria estragos na vida desses trabalhadores e das populações que já estão nas cidades, convivendo com a precariedade dos serviços que são ofertados nessas áreas (LEMOS, 2020).

### *2.10.1 A cultura do milho*

O milho *Zea mays* L. é um dos cereais mais cultivados e consumidos em todo o mundo devido à sua grande capacidade de adaptação às múltiplas e adversas condições ambientais, com considerável valor nutricional, sendo destinado tanto para a alimentação humana quanto animal. Também é muito importante pela capacidade de geração de renda, principalmente, pela produção de grãos (COSER, 2010).

Considerado uma das mais emblemáticas e antigas culturas agrícolas existentes, sendo o primeiro cereal em termos de produção em larga escala, o milho é um produto estratégico para a segurança alimentar da população mundial. É utilizado de diversas maneiras, por exemplo, para a nutrição humana e alimentação animal, entre outros. Cultivado para a extração de combustíveis, no caso do bioetanol e utilizado como insumo em diversos segmentos do setor industrial (COELHO, 2018).

Há uma grande diferença nas condições em que o cultivo do milho no Brasil é realizado. Isso se observa em uma elevada parcela de pequenos produtores com agricultura, tipicamente, de subsistência, sem o uso de insumos modernos, com eventual excedente comercializado. Há uma pequena parcela de grandes produtores com alto índice de produtividade, pois utilizam maior área, mais capital e tecnologia na cultura do milho. Nesse sentido, os índices são equivalentes aos obtidos em países de agricultura mais avançada (REIS *et al.*, 2016).

Mesmo sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial do cereal, a produtividade média apresentada pela cultura ainda é baixa (5.587 kg ha<sup>-1</sup>), principalmente, quando comparada aos Estados Unidos (10.550 kg ha<sup>-1</sup>) (Conab, 2020). Essa baixa produtividade pode ser causada pelas elevadas temperaturas, pelo baixo nível tecnológico empregado nas plantações e pela falta de seleção de cultivares adaptadas à região (SANTOS *et al.*, 2017).

Foto 1 - Plantação de milho



Fonte: Governo do estado do Paraná, 2019

De acordo com as fontes do Conab (2018), os maiores produtores mundiais de milho são: Argentina, China, Ucrânia, União Europeia, os Estados Unidos, além do Brasil, que produz uma grande quantidade do milho, principalmente, para exportação. No Brasil, há maior destaque para os estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais e Rio Grande do Sul como os grandes produtores de milho do país. Ainda apontado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) na região Nordeste do país, destacam-se os estados da Bahia, Maranhão, Piauí e Ceará como os grandes produtores de milho da região.

O Nordeste possui áreas que favorecem a produção de milho na região, sendo os principais fatores para isso a disponibilidade de terras com menor custo para expansão da

atividade em larga escala, a disponibilidade de crédito barato em bancos regionais. A atividade é geradora de ocupação no campo, pois existe infraestrutura relativamente boa e sem os gargalos presentes em outras regiões 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 caso da cultura do milho, segundo o Ministério da Agricultura (2018), a produção pode ser utilizada com inúmeras funções, alimentação animal, consumo humano e o aumento da matéria orgânica do solo das plantações, devido às suas características. O milho é uma planta que apresenta como principal propriedade a média exigência em relação à estrutura de solo onde se encontra inserida (infiltração de água, presença de poros para oxigenação do solo, capacidade de expansão das suas raízes e também a possibilidade de erosão). Assim, é considerada uma cultura aproveitadora de nutrientes (alimentos) já presentes nos solos. Isto é, essa cultura utiliza os resíduos de uma adubação executada, anteriormente, para uma cultura mais exigente com relação ao consumo de água.

Ainda segundo o Ministério da Agricultura (2018), a cultura do milho deve ser cultivada posterior ao plantio de uma plantação mais exigente em termos de adubação, por exemplo, feijão, batata ou algodão. Depois da realização do plantio do milho, deve-se cultivar alguma espécie que seja aproveitadora dos resíduos como o amendoim ou a soja, por exemplo. Após a colheita das plantas consideradas aproveitadoras, deve-se cultivar plantas utilizadas como recuperadoras de solo assim como o feijão de corda e a batata doce.

### *2.10.2 A cultura da mandioca*

A cultura da mandioca, *Manihotesculenta*; Crantz, é praticada há cerca de nove mil anos, sendo uma das mais antigas em uso no continente sul-americano, conhecida a partir dos povos pré-colombianos e assimilada pelos colonizadores portugueses e seus descendentes. A mandioca, desde os primórdios do Brasil colonial, sempre foi a base econômica e subsistência dos agricultores familiares, principalmente àqueles localizados no sertão. Historicamente, esteve presente na conquista do Sertão brasileiro, incluída na dieta dos bandeirantes, tendo como binômio alimentar a “carne seca” e a “farinha” de mandioca (COÊLHO, 2018).

A cultura da mandioca, por sua vez, apresenta diversas vantagens em relação a outras praticadas na região, dentre elas a alimentação animal e humana, pois é uma planta rica em amido, fundamental para a resistência corporal. A mandioca apresenta ciclo mais longo que o ciclo do milho e do feijão, geralmente levando até mais de 10 meses do plantio à colheita da

planta. Por isso, apresenta uma taxa de crescimento inicial mais lento que as outras culturas, além de ser considerada uma planta esgotante de nutrientes orgânicos do solo (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 2018).

Foto 2 - Plantação de mandioca



Fonte: Governo do estado de Rondônia (2019).

Para a cultura da mandioca, assim como tantas outras culturas agrícolas fundamentais para o desenvolvimento da agricultura e a alimentação das populações, os trabalhos baseados na manutenção de variedades locais são muito estratégicos. A conservação dos recursos genéticos pode ser apontada como um dos elementos-chave a fim de evitar a perda de biodiversidade e naturalidade dessa planta que é tão importante ao estabelecimento da segurança alimentar de toda a humanidade (EMPERAIRE; PERONI, 2007).

A falta de umidade no plantio durante os primeiros meses da plantação pode provocar erros de brotação e produção. Já o excesso da umidade no solo pode suscitar também dificuldades na brotação e no favorecimento da podridão de suas raízes, matando a planta. A escolha ideal para o início da plantação também pode reduzir o risco de pragas e competição por espaço e recursos naturais com outras plantas indesejadas (COÊLHO, 2018).

No ano de 2017, a produção total da cultura da mandioca no Brasil foi estimada, em aproximadamente, 18,9 milhões de toneladas, representando cerca de 72% da produção total de toda a América do Sul. Sua produção, principalmente aquela localizada na região Sul do país, apresenta a maior parte produzida da mandioca destinada ao amido, que possui um grande mercado nacional e internacional (SEAB, 2016).

De acordo com dados do IBGE (2019), o Pará ainda é maior produtor de mandioca do país, seguido de perto pelo estado do Paraná. Na região Nordeste, o Maranhão lidera a produção, acompanhado pelos estados da Bahia e Ceará. No ano de 2017, esses estados do nordeste obtiveram, respectivamente, as seguintes produções de mandioca: 1.315.954, 717.254 e 476. 237 toneladas.

### 2.10.3 A cultura do feijão

O feijão que consumimos, o *Phaseolus vulgaris*; L., é uma das principais culturas de subsistência do semiárido brasileiro, sendo também uma das mais afetadas pelos eventos de variabilidade climática (Dantas *et al.*, 2020). No Nordeste brasileiro, o feijão é uma das grandes fontes de proteína presentes na dieta da população. Por isso, uma cultura chave para o estabelecimento da agricultura familiar dessa região (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Entre as culturas de sequeiro, o feijão é, segundo a EMBRAPA (1998), amplamente reconhecido como fonte de proteína de alimento para as populações urbanas e rurais do país. Apesar de ser considerada uma cultura secundária no vasto sistema produtivo nacional, seu plantio é bem difundido onde o ambiente é favorável, seja no sistema de consórcio ou no sistema solteiro.

Os dois gêneros de feijões mais cultivados no Brasil são o *Phaseolus* e o *Vigna*, sendo o primeiro mais cultivado na região central do país (carioca e preto) e o segundo sendo mais cultivado nas regiões Norte e Nordeste, são conhecidos por feijão “macacar” ou “feijão caupi”. (COELHO, 2018).

Entre os elementos climáticos que exercem influência no desenvolvimento dessa cultura, destacam-se a precipitação e a temperatura. A plantação do feijão-caupi exige entre os seus requisitos ideais, um mínimo de 300 mm de precipitação para uma produção satisfatória, sem a necessidade de utilização da prática da irrigação controlada. Regiões que possuem entre 250 e 500 mm anuais são consideradas as mais aptas para a implantação da cultura em larga escala. Ressalta-se que o agricultor deve realizar o plantio na estação chuvosa e a colheita no período seco do ano (BASTOS, 2002).

De acordo com informações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, no âmbito global, a cultura do feijão ainda é pouco expressiva comercialmente, uma vez que a maioria dos países produtores do grão é também grande consumidor do produto. Isso torna

pequeno o excedente a ser exportável, implicando um comércio internacional ainda muito restrito dos países produtores de feijão (MAPA, 2018).

O Brasil, atualmente, é o terceiro maior produtor mundial de feijão, atrás somente da Índia e de Myanmar. China, Estados Unidos e México completam os seis maiores produtores do globo, responsáveis por 61% do feijão produzido no planeta. No Brasil, a produção de feijão apresenta elevada importância, sobretudo na região Nordeste, pois o grão forma um dos alimentos básicos da população da dieta brasileira. Trata-se de um produto nutritivo presente na mesa da grande maioria dos brasileiros, principalmente, na dieta do povo nordestino (COELHO, XIMENDES, 2016).

## 2.11 Culturas permanentes

De acordo com dados e informações disponibilizados pelo IBGE, as culturas permanentes são aquelas que apresentam um longo ciclo vegetativo, permitindo, de certo modo, colheitas sucessivas ao longo do tempo, sem necessidade de novos gastos com outros plantios. Já as culturas temporárias são de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior ao período de um ano. Após a colheita, necessitam de novo plantio para voltarem a produzir (IBGE, 2021).

Um dos benefícios da cultura permanente é que a mesma não está sujeita ao replantio de suas mudas após cada colheita realizada, permanecendo no solo e proporcionando mais de uma produção com um mesmo indivíduo. Normalmente, atribui-se uma duração mínima para a cultura de quatro anos. Temos como exemplos desse modo de cultivo: cafeicultura, cana-de-açúcar, laranjeira, maçã, uva, goiaba. (CREPALDI, 2009).

Rodrigues *et al.*, (2006) acrescenta que uma cultura deve ser classificada como permanente quando produzir mais de uma vez na sua vida útil. No caso de produzir mais de uma única vez, deverá possuir um nível de maturação e produção acima de pelo menos dois anos. Além desses fatos, a cultura permanente, do início de sua formação até a produção e colheita dos seus produtos, terá um prazo superior a um ano.

Uma grande parte das culturas agrícolas permanentes é composta por plantas frutícolas. A fruticultura é um dos ramos da agricultura que visa a produção em larga escala. São consideradas culturas de Lavoura Permanente as seguintes plantas: abacate, ameixa, amoreira, fruta do conde, azeitona, banana, caju, caqui, castanha europeia, chá da Índia, figo, goiaba, jaca, laranja, lima, limão, maçã, mamão, manga, noz, pera, pêsego, pimenta do reino, tangerina,

uva, agave ou sisal, algodão arbóreo, cacau, café, cânhamo, carambola, dendê (quando plantado), romã, seringueira (quando plantada), tungue, vime, etc (CREPALDI, 2009).

### 2.11.1 Caju e Castanha de Caju

O caju é um símbolo histórico da economia do Nordeste. Sua relevância social é tamanha que tem merecido importantes esforços dos governos, instituições de pesquisa, desenvolvimento e organizações não governamentais (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

Os números apresentados pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2015) apontam que dos US\$ 2,07 bilhões correspondentes às exportações médias brasileiras dos grandes produtos do agronegócio, de 1997 a 2014. US\$ 170,5 milhões de dólares foram provenientes da venda da castanha de caju (SANTOS; SOUSA, 2017).

De acordo com dados disponibilizados pelo IBGE (2018), o ano de 2016 registou uma ocupação territorial das plantações de caju no Brasil correspondentes a 594 mil hectares, em que 99,4 % desse valor total concentrava-se na região Nordeste, tendo como grande produtor o estado do Ceará com aproximadamente 384 mil hectares de área plantada, ou seja, 64,7% das plantações totais.

Tabela 6 - Maiores produtores de caju por estado

<b>Estado</b>	<b>Produção (ton)</b>
Ceará	15350
Piauí	7005
Bahia	3838
Rio Grande do Norte	3321
Maranhão	1287

Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2017.

O consumo da fruta do caju *in natura* pelos brasileiros vem subindo, significativamente, no decorrer dos últimos anos, sobretudo, na região Sudeste do país, sob preços mais atrativos para os produtores, estimulando, mesmo que em pequena proporção, novos investimentos no aumento e na modernização dos pomares. A adoção de boas práticas agrícolas e sistemas de produção desenvolvam a certificação da matéria-prima obtida (OLIVEIRA, 2008).

Segundo dados da EMBRAPA (2016), a cajucultura é de fundamental importância para o semiárido piauiense, pois possui uma área em torno de aproximadamente 13.000 ha plantados com o caju, dos quais cerca de 90% são da espécie do cajueiro comum. O crescimento da agricultura do cajueiro anão-precoce é também de suma importância por possuir um ciclo mais curto e com maior produção de castanha. A realização do comércio da castanha e o consumo do pedúnculo do caju na produção dos derivados, como, por exemplo, suco, polpas, doces, cajuína gera um crescimento na rentabilidade dos agricultores da região. Diante da elevação na demanda dos produtos derivados do caju, principalmente, de origem no mercado internacional e acompanhado da reduzida produtividade demonstrada pelo tipo do cajueiro comum, instituições agrícolas estatais começaram diversos trabalhos nas áreas de biotecnologias com o objetivo de elevar a produtividade dos cajueiros através da ampliação do melhoramento genético de espécies já empregadas, e foi assim que surgiram os primeiros clones do tipo (caju) anão precoce.

Foto 3 - Ilustração de infrutescência de Caju



Fonte: Embrapa, 2016

A demanda de situar o estado no Rio Grande do Norte surgiu no contexto nacional em decorrência da compreensão de que as grandes diferenças e as múltiplas dinâmicas territoriais nele estudadas compõem os processos multi-escalares. Estes estão relacionados, de um lado, à construção de regionalidades com outras unidades federativas da região Nordeste. De outro lado, relacionados à divulgação das singularidades do espaço potiguar em comparação ao território nacional (SANTOS; SOUSA, 2017).

Da árvore do cajueiro, aproveita-se, praticamente, tudo. O principal derivado da planta é a amêndoa da castanha-de-caju (ACC), que se localiza no interior da castanha, de onde também é aproveitada a película que cobre a amêndoa, rica em tanino e utilizada pela indústria química de, por exemplo, tintas e vernizes. Da casca da castanha, aproveita-se o líquido da casca de castanha-de-caju (LCC), aplicada pela indústria química e de produção de lubrificantes, curtidores, aditivos, entre outros, sendo que o resíduo da casca é utilizado como fonte de produção de energia nas indústrias, através de queima em fornalhas. Já o pedúnculo do caju (pseudofruto) é processado pelas indústrias ou por minifábricas para a produção do suco ou da polpa congelada, a ser aplicada na fabricação de sucos, cajuínas e outras bebidas derivadas. O pedúnculo do fruto também pode ser aproveitado para a produção de múltiplos produtos (principalmente doces) e alimentação animal pela ração. O caju inteiro é comercializado *in natura* em feiras, comércios e supermercados. Outras partes da planta são utilizadas, pois os galhos podados, as cascas das árvores e as folhas, por serem fontes de tanino e goma. Estes são utilizados na indústria química e na geração de energia (EMBRAPA, 2016).

O beneficiamento do produto para comercialização da castanha resulta em uma grande participação na pauta de vendas do estado, somando valor para a construção da matéria-prima, elevando o nível de emprego no momento da entressafra das culturas de subsistência. O bagaço do fruto quando devidamente processado pode ser aplicado na produção de doces e na ração animal, por exemplo. A plantação do cajueiro é também uma boa alternativa para o pasto apícola durante período seco da região (EMBRAPA, 2016).

A cadeia produtiva da cajucultura é assimétrica, porque os intermediários da produção são um dos grandes agentes na distribuição dos lucros quando se leva em consideração os agentes envolvidos e os mecanismos de transmissão de preços ao agricultor, que é a base de sustentação da produção. Assim, fica-se com uma quantidade reduzida ou quase nada do lucro que a produção do caju gera. Resulta disso um desânimo na atividade e no descaso ao uso de técnicas agrícolas ideais à produtividade (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

A cadeia produtiva do caju é, relativamente, curta frente à maioria das produções tropicais. Destacam-se três fases principais: a fase de preparação de terreno, ou primeira fase; a fase da colheita, ou segunda fase, e a fase de comercialização, ou terceira fase (CATARINO *et al.*, 2015).

### 3 METODOLOGIA

Na seção a seguir, é detalhada a delimitação do espaço de estudo, a definição e as respectivas fontes para elaboração da base de dados com as variáveis aplicadas, além dos métodos de análises em uso para o tratamento dos dados e para o alcance dos cinco (5) objetivos específicos propostos para a pesquisa.

#### 3.1 Delimitação da área de estudo

Para uma melhor definição dos municípios que compõem a base de dados do trabalho, optou-se por escolher aqueles onde as informações fornecidas pelo IBGE são completas para o correto funcionamento das metodologias. Ou seja, são aquelas localidades que possuem dados completos para as atividades agrícolas de sequeiro estudadas a partir do ano de 1974. Na Tabela 7, apresentam-se as quantidades de municípios totais dos estados, bem como as quantidades e percentuais dos que fizeram as avaliações feitas nesta pesquisa.

Tabela 7 - Percentual dos municípios estudados em relação aos totais dos estados

<b>Estado(A)</b>	<b>Total de M.(B)</b>	<b>M. Estudados(C)</b>	<b>(C)/(B)em %</b>
Ceará	184	141	76,6
Piauí	224	148	66,07
Rio Grande do N.	167	114	68,26

Fontes dos dados Originais: Censo Agropecuário de 2017.

#### 3.2 Natureza e fonte de dados

Utilizam-se dados secundários de precipitações pluviométricas dos municípios em estudo que foram extraídos da base de dados da Rede Global de Climatologia Histórico-Mensal (GHCN-M) (que faz parte da Agência Nacional Oceânica e Atmosférica, NOAA, EUA), e consiste em séries temporais de dados mensais de precipitações de chuvas extraídas de 7.280 estações em todo o mundo, usando controles exaustivos de qualidade. Os dados estão disponíveis a partir de 1880 e são atualizados continuamente. Neste trabalho, foram utilizadas as informações pluviométricas dos municípios estudados nos estados entre os anos de 1901 até 2020.

As informações relativas às produções de feijão, mandioca, milho e caju encontram-se na Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE no período de 1974 a 2020. Os dados referentes ao

PIB municipal e ao PIB agrícola encontram-se no site do IBGE, assim como as respectivas populações e informações socioeconômicas dos municípios. Essas lavouras foram selecionadas entre as demais por serem cultivadas pela maioria dos agricultores dos estados em questão, além de serem lavouras, caracteristicamente, de regime de sequeiro, sujeitas às instabilidades pluviométricas. Na Tabela 8, mostram-se os totais de estabelecimentos, bem como as áreas colhidas com as lavouras em 2017, segundo o Censo Agropecuário do IBGE do referido ano.

Tabela 8 - Número de estabelecimentos produzindo feijão, mandioca, milho e caju no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte em 2017

Cultura/Estado	Número de estabelecimentos	Área Colhida
Ceará (Milho)	294.283	304.429
Ceará (Feijão)	5.535	13.257
Ceará (Mandioca)	131.445	25.666
Ceará (Caju)	32.079	129.314
Piauí (Milho)	134.496	314.953
Piauí (Feijão)	7.965	13.304
Piauí (Mandioca)	55.676	15.856
Piauí (Caju)	8.375	44.282
R. G. do Norte (Milho)	29.406	34.108
R. G. do Norte (Feijão)	7.965	13.304
R. G. do Norte (Mandioca)	114.666	18.154
R. G. do Norte (Caju)	5.198	21.549

Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2017.

Ao todo, foram analisadas 12 variáveis dentro de um arcabouço econômico e social de cada um dos municípios inseridos na amostra retirada da base de dados. Logo, foram definidas as seguintes variáveis disponíveis (Quadro 1: Variáveis selecionadas para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte). Devido à emancipação dos municípios mais novos desses estados ao longo dos anos, verificou-se necessário retirar os mesmos da formação da base de dados, pois acabariam por produzir distorções nos resultados, sendo assim o estado do Ceará possui na amostra um total de 119 municípios, enquanto o estado do Piauí apresentou 142 municípios, e, por fim, o estado do Rio Grande do Norte obteve um total de 105 municípios.

Quadro 1 - Variáveis selecionadas para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte

<b>Variáveis Originais</b>	<b>Definição</b>
Exógena	Precipitação em mm anuais de chuvas nos respectivos municípios no ano t ( $t = 1901, \dots, 2020$ ); Preços de feijão, mandioca, milho e castanha de caju.
Endógenas	Área colhida (ha) da cultura i ( $i = 1, 2, 3$ ), no município j, no ano t; Produção (kg) da cultura i, no município j, no ano t; Produtividade da terra (kg/ha) da cultura i, no município j, no ano t.
Construída	Valor da produção da cultura i no município j, corrigido para valores de 2020, dividido pela área colhida da cultura i, no município j, no ano t.

Fonte: Elaboração própria (2021).

### 3.3 Justificativas para a escolha das variáveis

A precipitação anual de chuvas, uma das variáveis exógenas, é estabelecida como totalmente fora de qualquer controle por parte do agricultor. Por meio dela, não é viável fazer qualquer tipo de previsão. A sua inclusão no trabalho justifica-se porque constitui uma variável definidora das instabilidades que foram aferidas nas práticas das agriculturas de sequeiro, principalmente para o semiárido dos estados em questão. A precipitação de chuvas é o principal condicionante da produção agrícola de sequeiro, por definição.

As áreas colhidas pelos produtores rurais são, em geral, menores do que as áreas plantadas inicialmente. Parte dessa diferença, dá-se em decorrência das grandes variações das precipitações pluviométricas do clima típico da região. São nas áreas colhidas que os agricultores recebem do solo os resultados da sua colheita anual nessas atividades de sequeiro.

As respectivas produtividades da terra para cada cultura nas produções das lavouras, que serão daqui para a frente chamadas apenas como produtividades, cumprirão a função de abranger as tecnologias que os agricultores empregam para plantar as suas lavouras de feijão, mandioca, milho e caju nos municípios em cada estado estudado. As respectivas produtividades possuem elevadas sensibilidades às instabilidades pluviométricas nas lavouras em regime de sequeiro como as que são estudadas na próxima seção.

O valor encontrado da produção por hectare foi atualizado para valores de 2021, usando o índice geral de preços, disponibilidade interna da Fundação Getúlio Vargas (IGP-DI). Além da tecnologia empregada nas colheitas, o valor da produção por hectare também dependerá dos preços dos produtos agrícolas comercializados, que são considerados variáveis exógenas (independentemente da definição do agricultor), ainda que seja possível fazer a sua previsão através do emprego de métodos probabilísticos.

### 3.4 Métodos de análise

Nesta seção, apresentam-se as fontes de dados e a estratégia empírica adotada no trabalho com a descrição dos agrupamentos e controles aplicados para avaliar o desempenho das culturas agrícolas.

#### 3.4.1 Metodologia utilizada para alcançar o primeiro e segundo objetivos

Para atingir o primeiro objetivo da pesquisa, que é identificar possíveis padrões na distribuição de chuvas nos municípios dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, no período de 1901 a 2020, estimam-se as médias e os desvios padrões das pluviometrias observadas nos três estados. Em seguida, definem-se três períodos de ocorrências de pluviometrias tal como consta na Tabela 9:

Tabela 9 - Definições dos períodos de pluviometria para os estados

<b>Períodos</b>	<b>Intervalo de Variação</b>
Seca	Pluviometria < (Média - ½ DP)
Normal	Pluviometria = (Média ± ½ DP)
Chuvoso	Pluviometria > (Média + ½ DP)

Fonte: Elaboração Própria

#### 3.4.2 Metodologia utilizada para alcançar o terceiro objetivo específico

O terceiro objetivo busca medir os patamares de instabilidade pluviométrica estimados para período dos anos de 1901 a 2020 referentes aos municípios dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí. Para medir o grau de estabilidade/instabilidade das chuvas, utiliza-se

o coeficiente de variação (CV). Por definição, o CV calcula a relação percentual entre o desvio padrão e a média de uma variável aleatória.

Quanto menor for o valor do CV, mais homogênea, ou mais estável, é a distribuição dos dados em torno da média. Para usar o CV como um instrumento de cálculo do grau de homogeneidade/heterogeneidade (ou de estabilidade/instabilidade), é necessário ter conhecimento de valores críticos. Gomes (1985) definiu os extremos para classificação dos CV em cultura agrícola. São essas as referências aplicadas no estudo conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - 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.

### 3.4.3 Metodologia utilizada para alcançar o quarto objetivo específico

Para análise do quarto objetivo da pesquisa, como demonstrado, calculam-se as interações existentes em relação as instabilidades de chuvas e a produção das culturas de feijão, de mandioca, de milho, e por fim, a do caju nos períodos climáticos nos estados em questão entre os anos de 1974 a 2020.

Para medir a interação entre estabilidade/instabilidade das variáveis do estudo, utiliza-se o valor apresentado pelo coeficiente de variação (CV) associado às médias de das variáveis. Para calcular a sinergia entre as respectivas áreas colhidas, produtividades e o valor da produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju, o estudo busca desenvolver o índice de produtividade (IPROD). Para a construção do IPROD, utiliza-se o método de análise fatorial (AF) com a técnica de decomposição em componentes principais. Em seguida, apresenta-se uma breve discussão da AF no que se aplica a este estudo.

### 3.4.4 Uma síntese do método AF no que se aplica a este estudo

Com o intuito de se determinar relações, apontar e explicar fenômenos são fundamentos próprios da ciência, da pesquisa científica. Para tanto, é preciso controlar, influenciar e aferir

as variáveis que são consideradas importantes na compreensão do fenômeno estudado. Os métodos estatísticos que analisam as variáveis estão distribuídos em dois grupos: um que modifica as variáveis de maneira isolada, a estatística univariada; e outro que estuda as variáveis de forma igual, a estatística multivariada. Este é o método aplicado no presente trabalho, em função de um conjunto de variáveis aleatórias formadas por uma robusta base de dados, interrelacionadas de forma simultânea (VICINI; SOUZA, 2005).

A explicação natural para a elaboração da análise multivariada é a soma linear das variáveis com pesos, empiricamente, definidos. As variáveis são especificadas pelo autor do trabalho, já que os pesos são determinados pelos objetivos das técnicas multivariadas. O número encontrado é um único valor representando a combinação de toda a base de dados a partir das variáveis que melhor atingem o objetivo da técnica multivariada utilizada. Na análise de fatores, técnica multivariada aplicada na pesquisa, o resultado é construído para melhor indicar a dimensionalidade das variáveis, como as representadas pelas suas intercorrelações (VIALI, 2002).

O grande motivo da utilização da Análise Fatorial (AF) na pesquisa foi apresentar pesos às variáveis aplicadas sem que exista a influência do pesquisador. E, logo, atribuídos estatisticamente por meio das relações existentes entre elas, ou seja, foi considerada a interdependência existente entre as variáveis.

A Análise Fatorial tem a finalidade de detalhar a estrutura das interrelações (correlações) de grande número de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns (fatores). Esta análise permite o resumo e a redução dos dados, encontrando fatores que, quando interpretados e compreendidos, descrevem os dados em um número muito menor de conceitos do que as variáveis originais (HAIR JR. *et al.*, 2005).

A Análise Fatorial (AF), aplicada pelo método dos componentes principais, objetivou, neste estudo, reduzir ou simplificar a interpretação de uma grande base de dados, sem comprometer as informações relevantes, buscadas no objetivo principal, sobre as principais características do perfil dos produtores de sequeiro do arranjo produtivo local; características de produção, mercados; e dados sobre a chuva. Assim, com base na AF, restaram identificados fatores comuns ou específicos relacionados ao nível produtivo e inovativo dos produtores do APL (MINGOTI, 2005).

Mingoti (2005) reforça que o uso da técnica de análise fatorial (AF) é uma das mais utilizadas na estatística multivariada, assim aplicada para representar relações complexas entre conjuntos diversos de variáveis, onde as variáveis originais possuem combinações lineares dos fatores comuns obtidos. Isso explica, por sua vez, a variância total de cada variável. Assim, as

variáveis mais correlacionadas são agregadas dentro de um mesmo fator (dimensão) que passam a explicar parcelas das variações das variáveis originais, sendo, portanto, considerado um método estatístico exploratório destinado a resumir as informações iniciais em um novo conjunto de variáveis.

A Análise Fatorial (AF) tem a finalidade de indicar a formação das interrelações (correlações) entre um grande número de variáveis, definindo um conjunto de dimensões latentes comuns ou fatores (Hair Jr. *et al.*, 2005). O modelo de análise fatorial pode ser expresso da seguinte maneira (MINGOTI, 2005):

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \alpha_{11}f_1 + \alpha_{12}f_2 + \alpha_{13}f_3 + \dots + \alpha_{1m}f_m + \varepsilon_1 \\
 x_2 &= \alpha_{21}f_1 + \alpha_{22}f_2 + \alpha_{23}f_3 + \dots + \alpha_{2m}f_m + \varepsilon_2 \\
 x_3 &= \alpha_{31}f_1 + \alpha_{32}f_2 + \alpha_{33}f_3 + \dots + \alpha_{3m}f_m + \varepsilon_3 \\
 &\dots \\
 x_m &= \alpha_{m1}f_1 + \alpha_{m2}f_2 + \alpha_{m3}f_3 + \dots + \alpha_{mm}f_m + \varepsilon_m
 \end{aligned} \tag{1}$$

A equação acima pode ser resumida como um modelo generalizado para o método de análise fatorial e expressa uma combinação linear entre as variáveis definidas ( $x_i$ ) e em relação aos  $m$  fatores comuns ( $f$ ). Logo, o modelo base da análise fatorial define uma estrutura de correlação entre as variáveis  $x=x_1+x_2+x_3,\dots,+x_m$ , que são observadas através de uma combinação linear das variáveis que não são observadas, diretamente, chamadas pela literatura de fatores comuns. (FÁVERO *et al.*, 2017)

Hair Jr *et al.*, (2005) explica que, para que possa ser desenvolvida a análise fatorial das observações e variáveis selecionadas, deve-se seguir algumas etapas necessárias, a saber: a) construção da matriz de correlação, em que as correlações são encontradas através da construção de uma tabela com os valores de correlação entre as todas variáveis; b) determinação do método de análise fatorial, em que ficou definido o uso do método da análise fatorial exploratória com aplicação da análise dos componentes principais ; c) determinação do número de rotações dos fatores; d) cálculo das cargas fatoriais ou escolha das variáveis substitutivas; e, por fim, e) determinação do ajuste do modelo, no qual foram utilizados os testes de *Bartlett's* e *KMO*.

De acordo com a sua finalidade, a análise do fator comum pode apresentar de dois modos, exploratório ou confirmatório. Diante do primeiro caso, o pesquisador dispõe,

unicamente, das variáveis e deseja descobrir quantos e quais fatores latentes podem ser identificados do conjunto das variáveis através das associações entre elas. Já no segundo caso, aponta Balassiano (2000), os fatores encontrados são conhecidos *apriori*, bem como os seus indicadores, onde o que se pretende testar é a adaptação desses fatores.

O teste KMO é mais conhecido como um índice de adequação da amostra, o grau de adequação da AFE ao conjunto dos dados estudados. O resultado apresentado pelo KMO estará situado entre zero e a um, e quanto mais próximo a zero indica que a análise fatorial é inapropriada. Por outro lado, quanto mais próximo de 1 mais apropriado será o modelo para os dados em questão. Fávero *et al.*, (2017) colocam os seguintes pontos críticos como apresentados pela Quadro 2:

Quadro 2 - Estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

<b>KMO</b>	<b>Análise Fatorial</b>
1,0 - 0,9	Muito boa
0,8-0,9	Boa
0,7 - 0,8	Média
0,6 - 0,7	Razoável
0,5 - 0,6	Ruim
<0,5	Muito ruim

Fonte: FÁVERO *et al.*, 2017

A realização do teste de esfericidade de Bartlett é dirigida para investigação da matriz de correlações e aferir a adequação da AF aos dados. O teste é realizado com o objetivo de avaliar a hipótese de que a matriz das correlações pode ser a matriz identidade com determinante igual a 1 (HAIR *et al.*, 2005).

Já o referido teste de esfericidade de Bartlett busca medir em que medida a matriz de correlações é semelhante a uma matriz identidade. Avalia, ainda, a significância geral das correlações da matriz. Nesse caso, se o teste apontar  $p < 0,05$ , então o conjunto de dados é passível de fatoração (HAIR *et al.*, 2005). Se os testes indicarem a possibilidade de fatoração, a etapa seguinte será a retenção de fatores a partir do critério de Kaiser Guttman.

No caso de o valor encontrado pela matriz de correlações ser igual ao observado pela matriz identidade, isso significará que as interrelações entre as variáveis do modelo possuem valores zero (0). Então, deve-se reconsiderar a aplicação da Análise Fatorial. Se a hipótese nula estabelecida ( $H_0$ : a matriz de correlações deve ser uma matriz identidade) não for rejeitada, isso

apontará que as variáveis não estão correlacionadas e, nesse caso, não seria ideal a utilização da AF. Mas, se a hipótese nula for rejeitada, haverá indícios de que existem correlações significativas entre as variáveis originais. É válido informar que, em tal teste, as variáveis necessitam apresentar normalidade multivariada (FÁVERO *et al.*, 2017).

Um outro requisito necessário para realizar AF é verificar os componentes da matriz de correlações anti-imagem, um dos mecanismos de se obter indícios sobre a necessidade de realizar cortes dentro de determinada variável do modelo, que também contém os valores negativos das correlações parciais. Prevê-se que, diante de maiores valores da diagonal principal, a utilização da AF será amplificada. Mesmo que diante de um resultado não tão desejado, é importante salientar que, em algumas ocasiões, a baixa correlação de determinada variável com o conjunto de variáveis não, necessariamente, implica na sua eliminação do modelo, uma vez que esta variável pode representar um fator isoladamente (HAIR *et al.*, 2005).

O método aplicado para a realização da extração dos fatores foi o da Decomposição em Componentes Principais (DCP), que considera a variância total conhecida dos dados. A aplicação deste método tem como característica principal a busca pela combinação linear das variáveis observadas do modelo, assim, contribui para maximizar a variância total explicada dos dados, sendo essa uma das medidas de dispersão estatística. Isso indica a distância do ponto em que os seus valores se encontram em relação ao valor esperado (FÁVERO *et al.*, 2017). Após as variáveis terem sido determinadas como, por exemplo, FAC1, FAC2 E FAC3, e forem altamente correlacionadas, elas deverão ser combinadas, atingindo a formação de um único fator que explicará a maior quantidade de variância contida na amostra estudada. Já na construção do segundo componente, será a segunda maior quantidade de variância e não será correlacionada ao primeiro e, assim, de maneira sucessiva.

A construção de um indicador sintético tão abrangente, como foi proposto no início deste trabalho, envolve a necessidade de se debruçar sobre várias unidades de medida, o que acaba produzindo problemas no momento da consolidação do bloco de dados. Logo, faz-se necessário colocá-los em uma escala igual, sendo essa parte mais importante durante todo o processo de construção do referido índice de produtividade. Seguindo nessa mesma direção, há inúmeras técnicas de padronização, porém, aquelas que são mais, comumente, aplicadas nos modelos são: a padronização dos dados pelo z-score ou a transformação em valores entre zero (0) e um (1) através do método de Máximos-Mínimos. Na realização da presente pesquisa, será aplicada a técnica de Máximos-Mínimos ou mais conhecido como transformação 0-1 para padronizar os índices estimados.

Após terem sido estimados todos os escores fatoriais, os valores não observados têm média zero e desvio padrão um e, por isso assumem valores negativos e positivos. Para que se neutralizem os impactos dos valores negativos desses “k” escores fatoriais gerados nas estimações para cada um dos estados ( $EF_k$ ) sem que haja mudança relativa da posição dos fatores na composição do índice que se quer construir (IPROD), exercita-se o procedimento mostrado na equação (2) a fim de trazer os valores dos escores fatoriais para o intervalo de zero e um. Os valores  $EF_{MIN}$  e  $EF_{MAX}$  são os valores gerados a partir da Análise Fatorial depois que são gerados os componentes.

$$EF_{ki} = (EF - EF_{MÍN}) / (EF_{MÁX} - EF_{MÍN}) \quad (2)$$

Como se fez o procedimento de rotação ortogonal dos fatores (Varimax), os  $EF_{ki}$  gerados são independentes. Sendo assim, pode-se obter os IPROD para cada estado, fazendo o procedimento descrito na equação (3):

$$IPROD_i = \Sigma EF_{ki} / k \quad (3)$$

#### 3.4.5 Metodologia utilizada para alcançar o quinto objetivo específico

Para alcançar o quinto objetivo, que é aferir a relação que existe entre os IPROD estimados para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte com as pluviometrias, utiliza-se o seguinte modelo de regressão:

$$IPROD_i = \beta_0 + \beta_1 CHU_i + \epsilon_i \quad (4)$$

Na equação assim definida ( $\beta_0$ ) é o coeficiente linear e ( $\beta_1$ ) é o coeficiente angular. A expectativa é que ( $\beta_0$ ) seja positivo e que ( $\beta_1$ ) seja estatisticamente diferente de zero, tendo em vistas que a suposição norteadora deste trabalho é que o volume de pluviometria impacta as produções das lavouras de sequeiro estudadas. O termo aleatório ( $\epsilon_i$ ), por hipótese, atende aos pressupostos do modelo linear clássico de ter média zero, ter variância constante e não ser autorregressivo. Caso essas pressuposições se mantenham os coeficientes linear ( $\beta_0$ ) e angular ( $\beta_1$ ), podem ser estimados utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (HAIR *et al.*, 2005).

### 3.4.6 Metodologia utilizada para alcançar o sexto objetivo específico

Para avaliar se houve a ocorrência da resiliência associada à sinergia entre as áreas colhidas, as produtividades e os valores da produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju nos três estados entre 1974 a 2019, sintetizadas no IPROD, assume-se o procedimento a seguir. Foi estabelecido, em sequência, os períodos classificados em seca, normais e chuvosos, definidos na pesquisa. Quando são observadas as sequências de períodos de mais de um ano, é calculada a média do IPROD dessas sequências de anos. Por outro lado, quando existe a ocorrência de sequências de períodos normais e chuvosos, as médias desses dois períodos são calculadas de maneira conjunta. Assim se constrói uma variável binária: Seca (0) e não seca (1). Supõe-se que a resiliência seja a capacidade da produção agrícola dos estados reunidas em sinergia nos respectivos IPROD tenha a capacidade de se recuperar nos períodos de não secas que se seguiram aos períodos de seca. Isso se dá pela comparação dos IPROD estimados para antes e depois dos períodos de seca.

Seguindo dessa forma, a sequência anual da série observada que, originalmente, tem 47 observações, é reduzida a quinze, em que os valores se seguem de modo binário: “seca” e “não seca”. Esta sequência dos períodos de chuva em relação ao índice IPROD é então montada em pares. Para fazer a avaliação da etapa, utiliza-se análise gráfica, que mostra o comportamento visual da sequência seca e não seca, e consolida-se a análise fazendo o teste de contraste de médias (MONTEIRO, LEMOS, 2019).

Para fazer o teste de contraste de médias associadas ao IPROD, a sequência anual da série binária do índice, que, originalmente, conta com 76 observações, o que será reduzida a um número inferior aos pares de sequências em que os valores se seguem de forma binária: seca e sem períodos de seca. Esta sequência de IPROD é então montada em pares identificados como períodos de seca "depois" e "antes". O teste é realizado para comparar as médias do IPROD nos dois grupos ("depois" e "antes"). A hipótese nula é: a diferença da média do IPROD após a seca ( $\mu_1$ ) e sua média antes da seca ( $\mu_2$ ) é igual a zero, ou o que significa a mesma coisa: as médias  $\mu_1$  e  $\mu_2$  são iguais. Esta definição está mostrada na equação (4):

$$H_0: (\mu_1 - \mu_2) = 0 \quad (4)$$

A hipótese alternativa é que as médias são diferentes. Neste caso, podem acontecer duas possibilidades. Se a média estimada para o IPROD calculado no período antes das secas for,

estatisticamente, maior do que o observado para os períodos depois das secas, concluir-se-á que não há resiliência. Caso a média estimada para o IPROD, nos períodos depois das secas, for, estatisticamente, maior do que a média observada para os períodos antes das secas, então se concluirá que há resiliência.

O teste utilizado é o “t” de Student. Para que a hipótese nula seja aceita, é necessário que a magnitude do valor estimado para a estatística “t” seja, estatisticamente, maior do que 10%. Para avaliar essa hipótese, utiliza-se o teste "t" de Student com (n-1) graus de liberdade, sendo que "n" é o número de pares a serem testados (MONTEIRO, LEMOS, 2019).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, mostram-se os resultados alcançados de acordo com os objetivos propostos pela pesquisa, os quais servirão de base para analisar a interação entre as instabilidades pluviométricas e as variáveis definidoras da produção das lavouras alimentares de sequeiro e da cajucultura estudadas nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte.

### **4.1 Resultados obtidos para o primeiro e segundo objetivos**

Comparam-se as estatísticas descritivas dos municípios filtrados para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, de forma a verificar o comportamento das pluviometrias apresentadas. Nas pluviometrias estudadas, estão inseridos os dados dos anos de 1901 a 2020. Foram enquadradas nos períodos conhecidos como estiagem, normalidade e chuvoso, conforme proposto na abordagem inicial. Os resultados obtidos com os anos de ocorrência e as médias das pluviometrias nos estados, de acordo com cada período de chuva, encontram-se nas tabelas descritas abaixo. Estes procedimentos servem para atender ao primeiro objetivo específico do trabalho.

Na execução do trabalho, estimaram-se as pluviometrias médias para todo período do estudo e o valor apresentado pelo desvio padrão para a soma de todos os estados e municípios. Os períodos foram classificados de acordo com os valores observados no Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (Tabela 11).

Das evidências mostradas na Tabela 11, depreende-se que o Piauí apresentou a maior pluviometria média nos períodos analisados (1020,7 mm) e também apresentou a menor instabilidade aferida pelo  $CV = 21,2\%$  que, embora seja classificado como alto na escala criada por Gomes (1985) foi menor do que os CV estimados para o Ceará (31,10%) e para o Rio Grande do Norte (30,52 %). Portanto, Ceará e Rio Grande do Norte exibiram padrões de instabilidades pluviométricas classificados como “muito altos” de acordo com Gomes (1985). O Rio Grande do Norte foi o estado que apresentou a menor precipitação média anual no período investigado (Tabela 11).

Tabela 11 - Média, desvio padrão e coeficiente de variação para as chuvas nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte ocorridas no período de 1901 a 2020

<b>Estados</b>	<b>Média de chuvas (mm)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>CV (%)</b>
Ceará	862,43	268,22	31,10
Piauí	1020,69	216,39	21,20
Rio Grande do N.	788,93	240,74	30,52

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

As definições dos limites inferior e superior para os períodos de seca, de normalidade e chuvoso para os estados estudados entre os anos de 1901 a 2020 estão mostrados na Tabela 12.

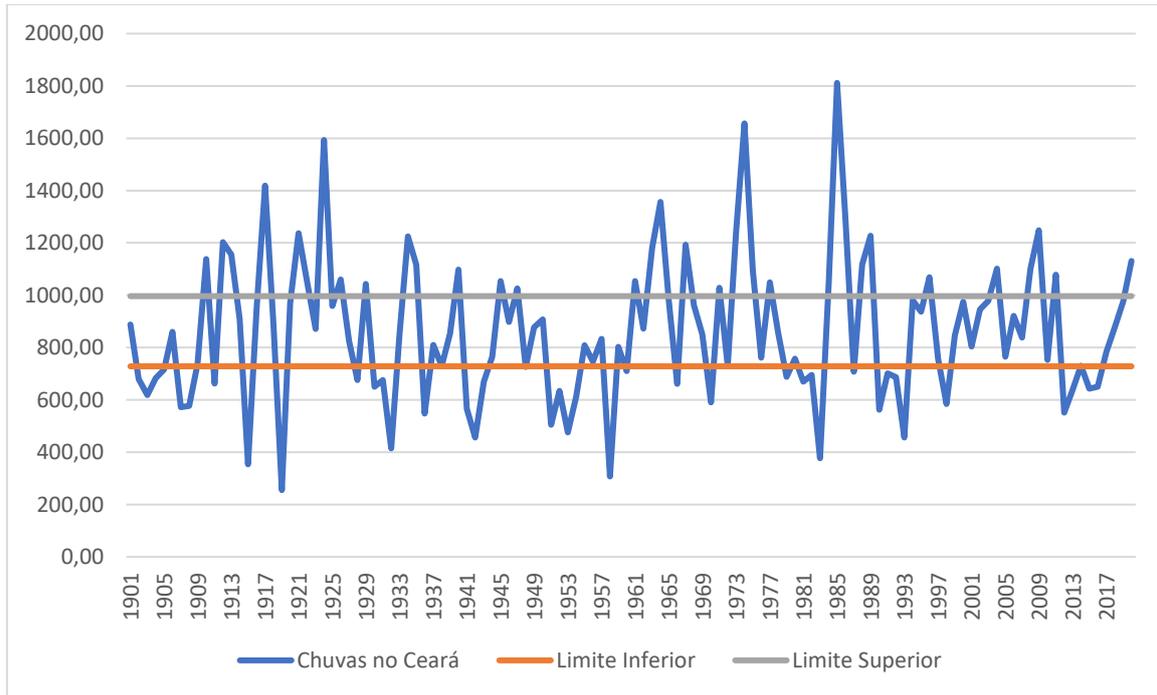
Tabela 12 - Limites inferiores e superiores das chuvas (CHU) ocorridas nos períodos de secas, normais e chuvosos estimados para o Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1901 a 2020

<b>Estados</b>	<b>Período de Seca (mm)</b>	<b>Período Normal (mm)</b>	<b>Período Chuvoso (mm)</b>
Ceará	$CHU < 728,32$	$728,32 \leq CHU < 996,54$	$CHU \geq 996,54$
Piauí	$CHU < 912,50$	$912,50 \leq CHU < 1128,89$	$CHU \geq 1128,89$
R. G. do Norte	$CHU < 668,56$	$668,56 \leq CHU < 909,30$	$CHU \geq 909,30$

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

A seguir, nos gráficos 1, 2 e 3, mostram-se as trajetórias das pluviometrias anuais observadas, respectivamente, para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1901 a 2020, com os respectivos limites superiores e inferiores, indicando os intervalos na classificação das chuvas entre os períodos de seca, normalidade e chuvosos.

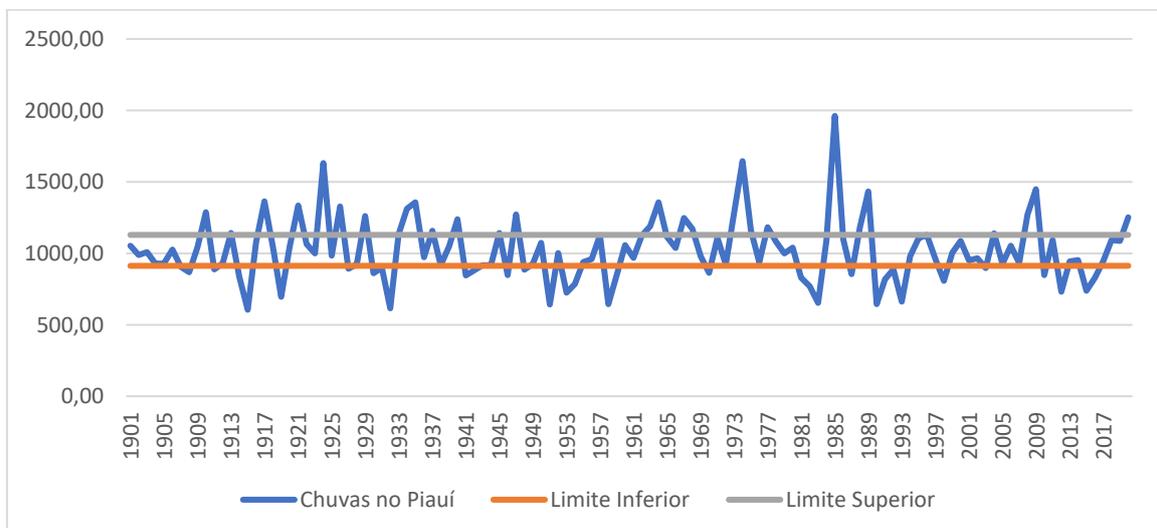
Gráfico 1 - Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

No primeiro gráfico, tem-se uma clara noção do quanto as chuvas podem ser irregulares no Ceará, e nos gráficos seguintes, temos uma ideia de que esse padrão de chuvas pode também ser observado pelos estados do Piauí e do Rio Grande do Norte, onde a curva de chuva está quase sempre bastante irregular.

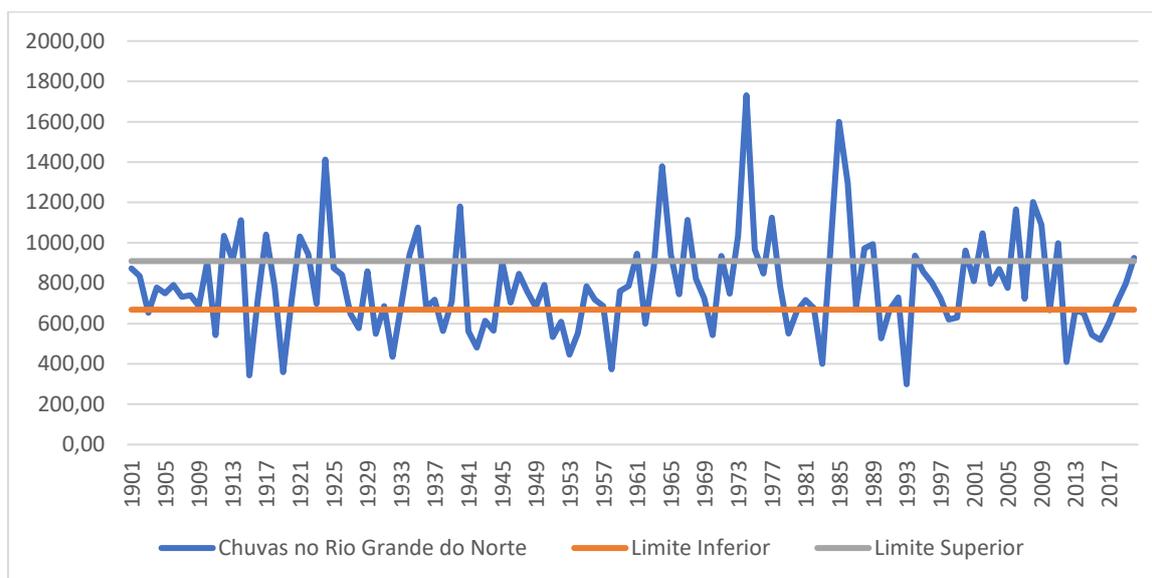
Gráfico 2 - Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Piauí



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

No Gráfico 2, podemos observar para o estado do Piauí uma certa normalidade entre seus períodos, com as diferenças sendo, visivelmente, menores do que aquelas observadas para o Rio Grande do Norte e o Ceará. Já no Gráfico 3, fica evidente as grandes variações presentes no espaçamento das chuvas na região do estado do Rio Grande do Norte, além de serem apresentados os menores índices de chuva da região.

Gráfico 3 - Comportamento das chuvas ao longo do tempo no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

Na Tabela 13, estão apresentados os anos de ocorrências dos períodos de seca, normal e chuvoso para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Como as médias pluviométricas e os desvios padrões das chuvas em torno dessas médias não são os mesmos, os resultados observados para os estados não são, diretamente, comparáveis. Além das médias e dos coeficientes de variações estimados para os estados, mostram-se as pluviometrias máximas e mínimas observadas nos estados no período investigado.

Tabela 13 - Totais de anos com ocorrências dos períodos de seca, normalidade e chuvoso nos estados do Ceará, Piauí e Rio do Norte, bem como os valores mínimos, máximos, médios e os Coeficientes de Variação (CV) das pluviometrias observadas entre 1901 a 2020

Ceará						
Períodos	Anos de ocorrência	(%) de ocorrência	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Média (mm)	CV (%)
Seca	40	33,34	255,26	726,17	590,25	20,06
Normal	46	38,33	729,17	980,72	856,02	9,36
Chuvoso	34	28,33	1026,12	1811,65	1191,32	18,15
Piauí						
Períodos	Anos de ocorrência	(%) de ocorrência	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Média (mm)	CV (%)
Seca	34	28,34	604,91	905,86	793,89	11,94
Normal	56	46,66	915,92	1127,41	1008,48	6,61
Chuvoso	30	25,00	1129,79	1961,62	1300,53	13,74
Rio Grande do Norte						
Períodos	Anos de ocorrência	(%) de ocorrência	Mínima (mm)	Máxima (mm)	Média (mm)	CV (%)
Seca	35	29,16	298,60	667,17	541,47	18,55
Normal	53	44,14	675,87	905,10	767,77	8,57
Chuvoso	32	26,00	913,77	1731,28	1094,84	17,75

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA

Das evidências mostradas na Tabela 13, depreende-se que, dentre os estados estudados, o Ceará apresentou o maior percentual de anos de seca (33,3%), avaliado segundo o seu padrão de distribuição de chuvas entre os anos de 1901 a 2020. O Piauí, por sua vez, foi o estado que, dentro do seu regime de distribuição de chuvas observado para o período, exibiu o menor percentual de anos de seca.

Está no Rio Grande do norte a menor média observada para os anos de secas (541,47 mm), tendo como referência as precipitações daquele estado. No Piauí, os períodos de seca tiveram a média mais elevada, dentre os três estados (793,89 mm). Está no Piauí a maior estabilidade pluviométrica nos períodos de seca para os anos estudados (CV = 11,9). No Ceará, observou-se a maior instabilidade nos anos de seca, entre os anos de 1901 a 2020 (CV = 20,1%), como se depreende das evidências mostradas na Tabela 13. Como esperado, os anos de

normalidade apresentaram as maiores frequências de ocorrência e foram os que apresentaram as maiores estabilidades aferidas pelos CV nos três estados (Tabela 13).

#### 4.2 Resultados obtidos para o terceiro objetivo

As evidências mostradas na Tabela 14 são as estimativas para as médias e os Coeficientes de Variação (CV) para as áreas colhidas, produtividades e valores da produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Ceará e nos períodos climáticos definidos na pesquisa. Depreende-se dos resultados mostrados na Tabela 14 que, com exceção do valor da produção por hectare de feijão, em todas as demais variáveis associadas às produções dessa lavoura, da mandioca, milho e caju. os valores médios observados são sempre inferiores nos anos que agrupados nos períodos de seca.

Tabela 14 - Médias e coeficientes de variação (CV) estimados para as áreas colhidas (AC), produtividades (PD) e valores de produção por hectare (VP) de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Ceará entre os anos de 1974 a 2020

Variáveis	Seco		Normal		Chuvoso	
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)
ÁC-Feijão	343625,2	35,93	431845,2	20,08	457762,5	14,52
VP - Feijão	1328,47	50,97	1280,33	25,98	1469,82	54,47
PD – feijão	199,06	30,17	293,82	26,57	303,00	26,51
ÁC – Mandioca	84722,75	43,45	69953,88	53,81	90882,85	40,21
VP –Mandioca	4427,50	53,66	4126,33	35,98	4883,42	49,84
PD – Mandioca	6886,62	23,97	8390,05	14,43	8752,38	12,55
ÁC – Milho	349512,1	35,80	501329,7	12,84	514227,5	13,26
VP –Milho	570,64	55,01	955,10	32,34	1067,44	46,42
PD –Milho	332,31	46,02	668,41	40,01	682,92	36,33
ÁC– Caju	197606,8	34,09	220047,2	24,76	192204,8	41,45
VP –Caju	2391,39	114,00	1769,12	142,52	2917,96	106,81
PD –Caju	14750,56	143,85	19265,46	121,58	6936,05	282,85

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA e dados do IBGE (vários anos)

Observa-se também que, majoritariamente, os CV são altos (maiores de 20%) e muito altos ( $CV \geq 30\%$ ). Esses resultados mostram que as instabilidades pluviométricas observadas

no Ceará se propagaram sobre as instabilidades observadas nas variáveis que definem as produções das lavouras de sequeiro estudadas na pesquisa. No estado do Piauí (Tabela 15), existe uma grande presença de altos índices de CVs (maiores que 30%), em todos os regimes pluviométricos estabelecidos, apesar dos valores encontrados serem consideravelmente menores do que os observados no Ceará e no Rio Grande do Norte.

Os CVs são, especialmente, menores durante os períodos de seca e de normalidade, e até mesmo no período chuvoso do estado, onde os índices são maiores. Existe uma clara diferença quando comparamos com os outros estados. Para o estado do Piauí, os maiores valores encontrados para os CVs são observados nos valores da produção da mandioca, milho e caju, e nos valores da produtividade por hectare do caju e do milho, em todos os períodos do estudo.

Tabela 15 - Médias e Coeficientes de Variação (CV) estimados para as pluviometrias, produtividades e valores de produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Piauí

Variáveis	Estiagem		Normal		Chuvoso	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
ÁC – Feijão	200909	40,0	152693	37,9	146664,8	38,3
VP - Feijão	910,50	35,7	1353,32	37,8	1605,87	45,2
PD – feijão	191,5	2,5	264	30,8	277,35	22,5
ÁC – Man.	95142,88	56,2	48582,73	65,2	45307,2	55,2
VP – Man.	3638,70	43,5	4498,47	39,6	3581,87	37,3
PD – Man.	8801	33,1	9361	24,5	9136	28,5
ÁC – Milho	292945,1	32,9	236798,2	33,3	161337,8	39,4
VP – Milho	957,04	93,9	1439,93	65,5	908,77	60,9
PD – Milho	854,75	101,8	1234,31	89,9	803,62	41,8
ÁC – Caju	116242,8	52,8	85734,36	57,6	56171,2	92,8
VP – Caju	1285,85	122,7	2203,28	136,	1992,28	118,3
PD – Caju	7263,62	184,6	9579,22	166,0	18058,5	102,9

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA e dados do IBGE (vários anos)

No Rio Grande do Norte (Tabela 16), temos uma presença muito forte do fenômeno da instabilidade agrícola, em que até o período de normalidade apresenta alguns CVs bem altos,

principalmente, nas culturas da mandioca e do caju, nos períodos chuvosos, com as culturas do feijão e do milho sofrendo, especialmente, nos períodos de seca.

Tabela 16 - Médias e Coeficientes de Variação (CV) estimados para as pluviometrias, produtividades e valores de produção por hectare de feijão, mandioca, milho e caju no estado do Rio Grande do Norte

Variáveis	Estiagem		Normal		Chuvoso	
	Média	CV(%)	Média	CV (%)	Média	CV (%)
ÁC-Feijão	50117,33	100,6	112213,9	50,6	136975,8	43,9
VP - Feijão	1707,08	46,4	1523,60	33,4	1742,18%	36,2
PD – feijão	274,46	46,2	318,37	41,3	384,8	24,0
ÁC – Mandioca	30477,44	56,5	47859,5	27,8	50503,4	21,9
VP –Mandioca	7178,16	36,7	7001,64	46,7	6132,82	55,8
PD –Mandioca	8427,12	15,5	9662,81	11,5	9457,53	17,6
ÁC – Milho	30688,75	104,6	83024,81	56,5	115293,9	33,3
VP –Milho	551,82	49,0	743,14	36,0	1048,32	32,8
PD –Milho	303,37	57,5	405,81	49,5	545,06	23,0
ÁC– Caju	65156,81	34,4	66782,13	40,4	63036,2	45,5
VP –Caju	1094,25	82,6	2411,65	117,2	2726,68	106,4
PD –Caju	2988	232,4	6246,93	158,5	11035,8	144,6

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA e dados do IBGE (vários anos)

### 4.3 Resultados obtidos para o quarto objetivo

Para realizar a aferição das interações existentes entre as variáveis definidoras das produções de feijão, mandioca, milho e caju nos períodos climáticos definidos e nos estados definidos, utilizou-se o método da Análise Fatorial (AF) com a técnica de Decomposição em Componentes Principais (DCP) para construir o Índice de Produtividade (IPROD) para os estados. Os resultados obtidos pelo modelo que levaram a estimação dos escores fatoriais para o estabelecimento do índice estão mostrados nas Tabelas 17, 18 e 19.

Tabela 17 - Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Ceará para os anos de 1974 a 2020

Variáveis	Extração dos Componentes	Componente 1	Componente 2	Componente 3
ÁC – Feijão	0,922	-0,066	0,262	0,924
VP - Feijão	0,782	0,850	-0,172	0,185
PD – feijão	0,895	-0,080	0,477	0,813
ÁC – Mandioca	0,826	-0,904	0,060	0,073
VP –Mandioca	0,790	0,725	0,468	-0,215
PD – Mandioca	0,608	0,703	0,313	-0,122
ÁC – Milho	0,909	0,292	0,886	0,199
VP –Milho	0,869	0,928	0,028	0,081
PD –Milho	0,817	-0,072	0,857	0,278
ÁC – Caju	0,665	0,293	0,607	0,459
VP – Caju	0,927	-0,260	0,886	0,272
PD – Caju	0,916	0,956	-0,038	0,013
KMO	0,721			
Qui – Quadrado	603,23			
Significância	0,0000			
Variância Explicada	82,75%			

Fonte: Elaboração própria, tendo como dados do IBGE (vários anos)

Como se depreende das evidências mostradas na Tabela 17, as doze (12) variáveis utilizadas no trabalho para o estado do Ceará foram reunidas em torno de três fatores. Os ajustes realizados foram robustos, de um ponto de vista estatístico, tendo em vista que os valores apontados pelo Teste de Bartlett sugerem a rejeição da hipótese de matriz identidade de correlação entre as variáveis que fazem parte do índice. A estatística estimada para o valor de KMO foi de 0,721, bem como a variância explicada de 82,75%, o que complementa o bom nível de ajustamento encontrado nessa fase do trabalho.

Com os resultados alcançados pela Análise Fatorial, fez-se uso dos escores fatoriais para se realizar o enquadramento de cada componente, para assim, realizar a construção do índice IPROD. Os resultados encontrados para a construção do IPROD para o estado do Piauí estão mostrados na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Piauí para os anos de 1974 a 2020

<b>Variáveis</b>	<b>Extração dos Componentes</b>	<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>
ÁC – Feijão	0,931	0,035	0,944	-0,197
VP - Feijão	0,751	0,248	0,717	-0,420
PD – feijão	0,871	0,009	0,932	0,040
ÁC – Mandioca	0,834	-0,799	0,432	-0,097
VP –Mandioca	0,878	0,882	-0,086	0,303
PD – Mandioca	0,691	0,722	0,309	0,003
ÁC – Milho	0,884	0,012	-0,291	0,894
VP –Milho	0,797	0,861	0,203	-0,068
PD –Milho	0,669	0,216	0,288	0,755
ÁC – Caju	0,589	0,046	0,765	0,038
VP – Caju	0,886	-0,162	-0,172	0,911
PD – Caju	0,915	0,915	0,126	-0,248
<b>KMO</b>	<b>0,703</b>			
<b>Qui – Quadrado</b>	<b>556,764</b>			
<b>Significância</b>	<b>0,0000</b>			
<b>Variância Explicada</b>	<b>80,70%</b>			

Fonte: Elaboração própria, tendo como base dados do IBGE (vários anos)

Na Tabela 18, encontram-se os valores registrados para o estado do Piauí, em que o número obtido pelo KMO foi de 0,703, com sua variância total explicada chegando aos 80,70%, mostrando-se, perfeitamente, satisfatórios para os objetivos do trabalho. O estado do Rio Grande do Norte (Tabela 19) mostrou um valor para o KMO de 0,675, além de uma variância explicada de 74,91%, mostrando-se valores adequados e de ajustamento satisfatório.

Tabela 19 - Resultados encontrados com a AF para criar o IPROD para o estado do Rio Grande do Norte para os anos de 1974 a 2020

<b>Variáveis</b>	<b>Extração dos Componentes</b>	<b>Componente 1</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Componente 3</b>
ÁC – Feijão	0,915	-0,041	0,931	0,217
VP - Feijão	0,821	-0,203	0,871	0,146
PD – feijão	0,925	0,246	0,897	0,243
ÁC – Mandioca	0,688	0,224	-0,049	-0,797
VP –Mandioca	0,520	0,545	0,001	0,472
PD – Mandioca	0,299	-0,425	0,073	0,207
ÁC – Milho	0,815	0,844	0,219	0,234
VP –Milho	0,852	0,048	0,416	0,823
PD –Milho	0,918	0,906	-0,090	-0,300
ÁC – Caju	0,505	0,433	-0,248	-0,497
VP – Caju	0,927	0,904	-0,026	-0,206
PD – Caju	0,875	-0,154	0,432	0,815
KMO	0,675			
Qui – Quadrado	521,844			
Significância	0,0000			
Variância Explicada	74,91%			

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados do IBGE (vários anos)

Para construir os Índices de Produtividade (IPROD), tomam-se os valores mínimos e máximos obtidos pelos escores fatoriais. O IPROD é levantado dessa forma para todos os estados e apresenta valores que variam entre zero (0) e um (1). Na medida em que o valor do índice for mais próximo de cem (100), melhor será a posição que o estado referido se encontra em relação à sinergia existente entre as variáveis associadas às produções de feijão, mandioca, milho e caju com as pluviometrias obtidas. Com base nos valores agregados para os estados, o IPROD é estimado para cada um deles. O output resultante da Análise Fatorial para a criação do IPROD encontra-se no Apêndice deste trabalho.

As médias e os respectivos Coeficientes de Variação (CV) foram calculadas para os Índices de Produtividade (IPROD) em cada um dos estados, conforme mostra a Tabela 20.

Tabela 20 - Médias e CVs para os índices de produtividade dos três estados

<b>Estado</b>	<b>Média</b>	<b>CV (%)</b>
Ceará	39,02	38,1
Rio Grande do Norte	50,84	30,0
Piauí	37,01	40,8

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA e dados do IBGE (vários anos)

Observa-se que os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí apresentaram as respectivas médias do IPROD baixas, em que obtiveram os valores de 39,02; 50,84 e 37,01 respectivamente. Vale ressaltar que, como os índices foram calculados separadamente, os seus valores não são, diretamente, comparáveis em valores médios, mas podem ser comparados em termos de instabilidades, utilizando os CV como aferidores. Nesse caso, a maior instabilidade do IPROD foi observada para o Piauí (CV = 40,8%) e a menor instabilidade do IPROD foi estimada para o Rio Grande do Norte (CV = 30,0%). Assim, em todos os três estados, os CV dos IPROD estimados podem ser classificados como “muito altos” com base na escala proposta por Gomes (1985)

#### **4.4 Resultados encontrados para atingir o quinto objetivo**

Na Tabela 21, encontram-se os resultados para a regressão linear dos dados observados do índice IPROD em relação aos índices de chuva, o que demonstrará a predição dos dados em relação ao modelo.

Tabela 21 - Resultados encontrados para a análise de regressão a fim de testar a relação entre o IPROD e a pluviometria ocorrida nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre 1974 a 2020

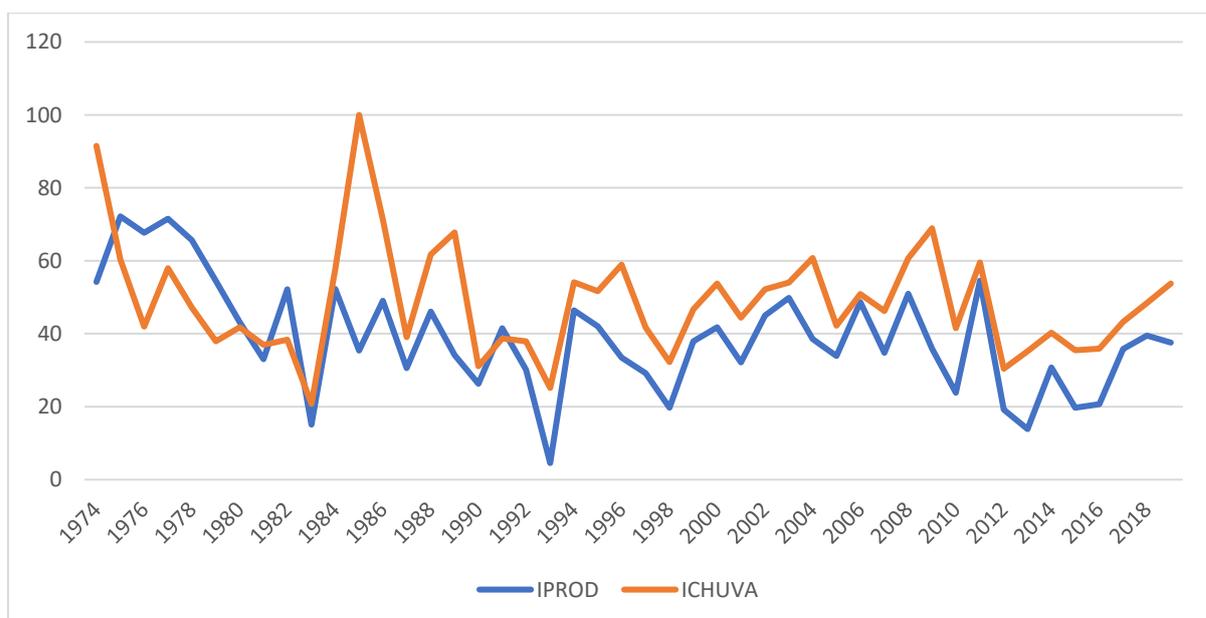
Variável Dependente	Coeficiente linear		Coeficiente angular		R <sup>2</sup>
	Estimado		Estimado		
	Valor	Sig;	Valor	Sig;	
IPROD <sub>CE</sub>	29,530	0,000	0,496	0,001	0,218
IPROD <sub>PI</sub>	40,870	0,000	0,298	0,001	0,130
IPROD <sub>RN</sub>	8,792	0,001	0,760	0,000	0,513

Fontes: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA e dados do IBGE (vários anos)

#### 4.5 Resultados encontrados para o sexto objetivo

Na sequência do trabalho, foi realizada a plotagem em forma de gráfico do índice de produtividade (IPROD) em comparação com os níveis de chuvas de cada um dos estados. Mais uma vez, ficou clara a influência das chuvas na formação dos números de produtividade das culturas de sequeiro e do caju.

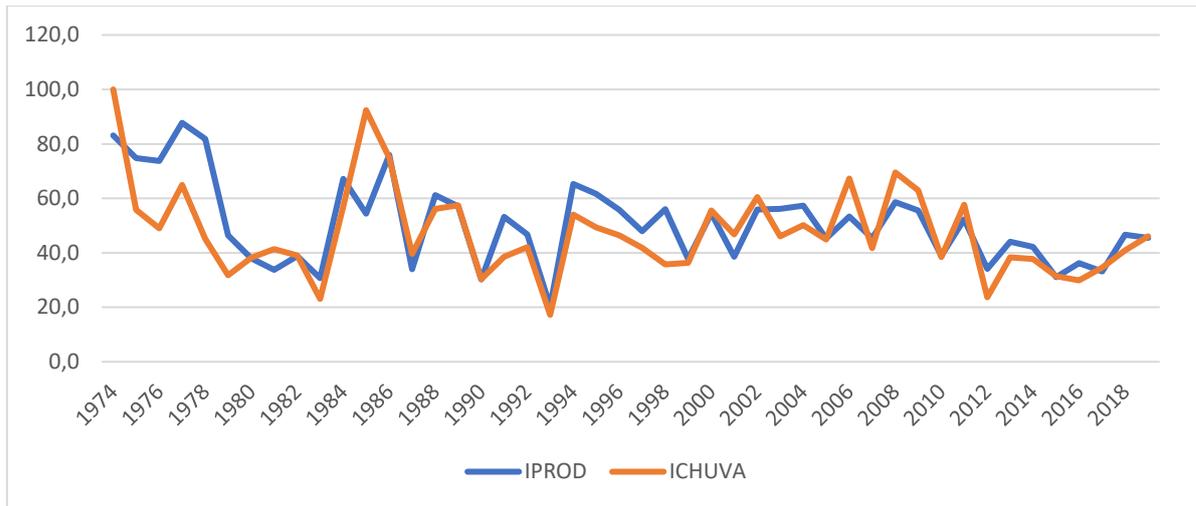
Gráfico 4 - Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

O mesmo procedimento adotado para a construção do Gráfico 4 foi usado para o estado do Rio Grande do Norte, onde mais uma vez ficou constatado o seguimento de uma curva muito parecida entre os dois índices encontrados.

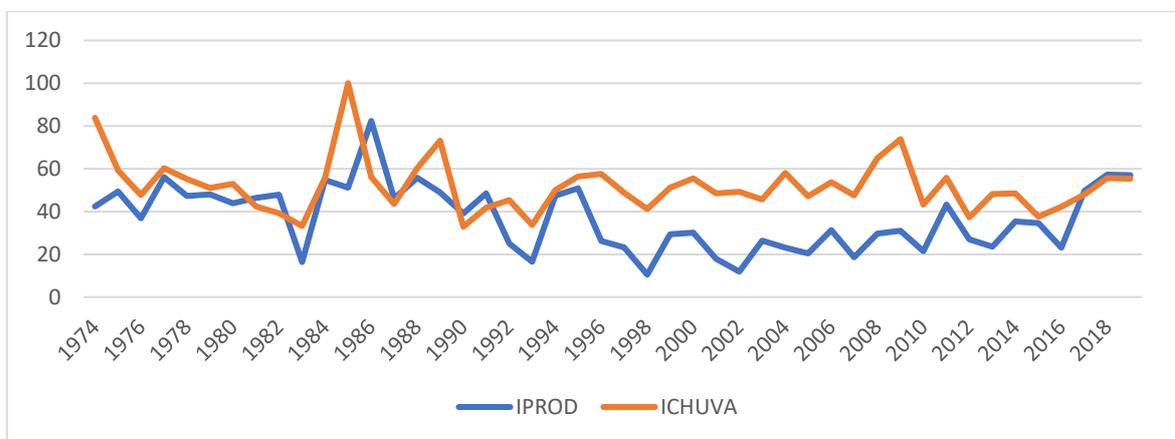
Gráfico 5 - Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Rio Grande do Norte



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

Por último, o mesmo procedimento foi utilizado mais uma vez a partir dos índices encontrados para o estado do Piauí. Fica claro, novamente, o comportamento similar das duas curvas dos índices, assim como nos outros estados.

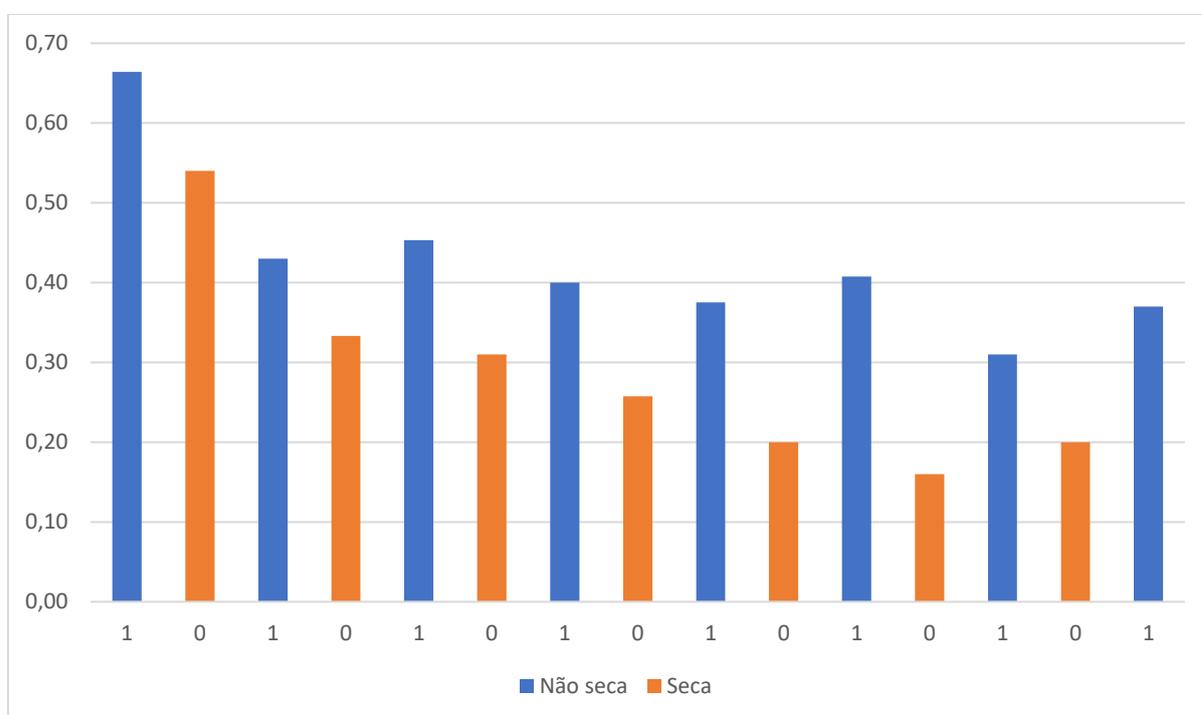
Gráfico 6 - Índice IPROD e índice ICHUVA para o estado do Piauí



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

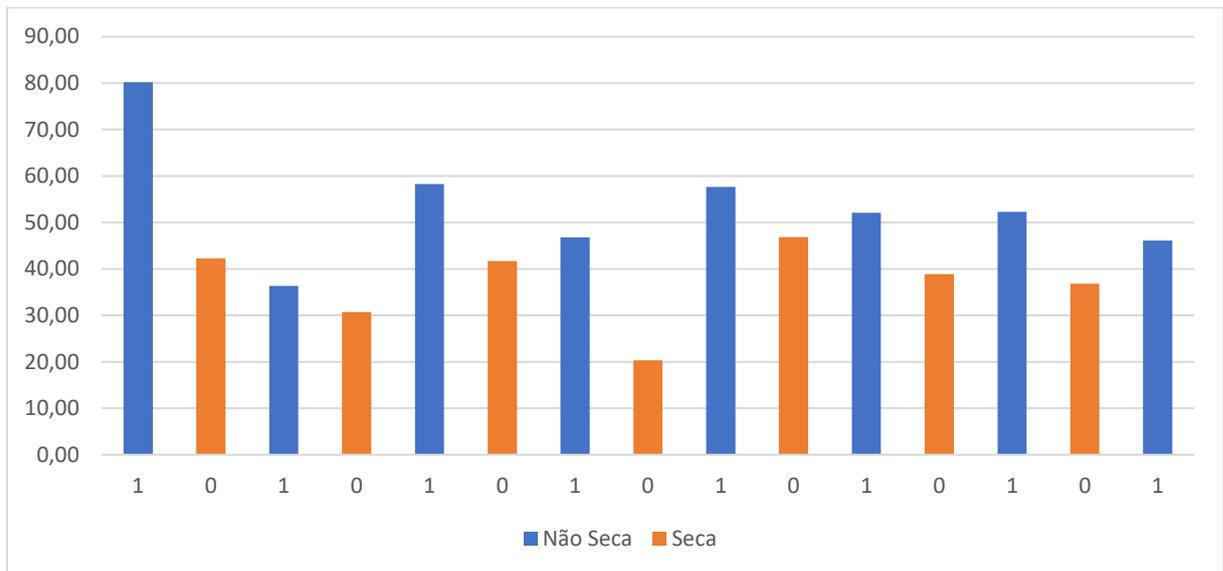
Nos Gráficos 7, 8 e 9, estão demonstrados os resultados das magnitudes dos IPROD estimados para antes e depois dos períodos de seca nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Observa-se que, nos três estados, em geral, as barras azuis que aferem as magnitudes dos IPROD para os períodos de não seca, são maiores do que as barras de cores alaranjadas que representam as magnitudes dos IPROD para os períodos de seca. Com essas evidências, pode-se supor que houve resiliência nas produções das lavouras, nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020.

Gráfico 7 - Ocorrência da resiliência agrícola no estado do Ceará entre os anos de 1974 a 2020



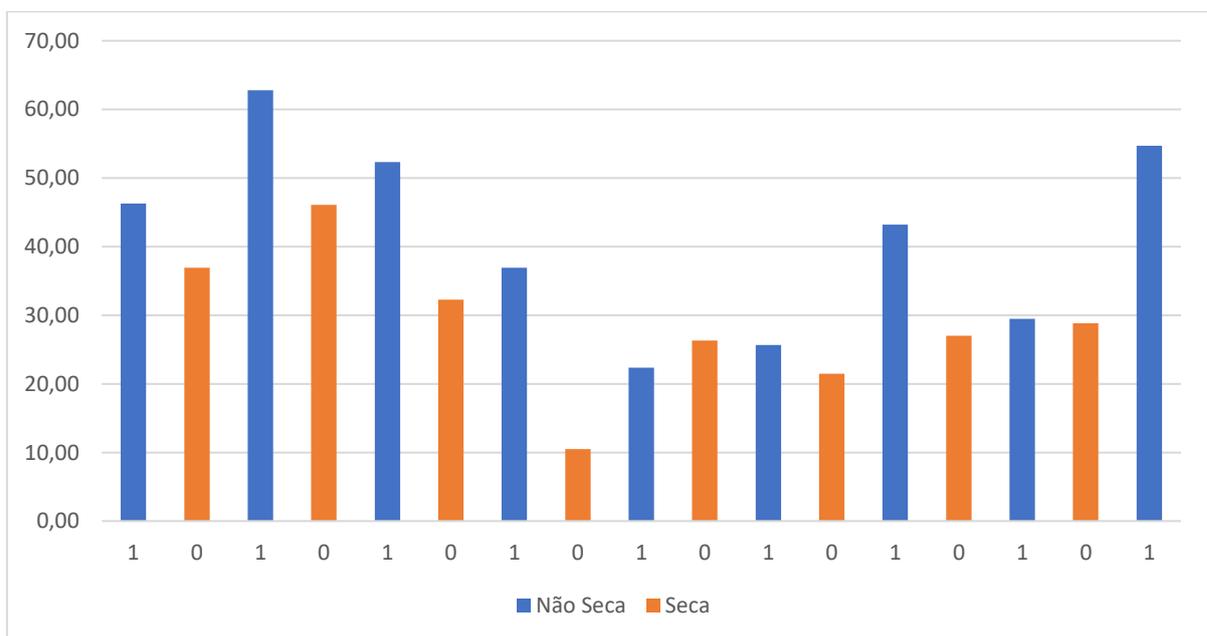
Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

Gráfico 8 - Ocorrência de resiliência agrícola no estado do Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

Gráfico 9 - Ocorrência da resiliência agrícola no estado do Piauí entre os anos de 1974 a 2020



Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

Os resultados dos testes de paridades de médias utilizados para avaliar as médias estimadas antes e depois das secas foram, estatisticamente, iguais (ou diferentes) estão mostrados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resultados do teste de diferenças de média dos índices IPROD estimados para antes e depois das secas para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte nos anos de 1974 a 2020

	Dif. média	Médias antes dos períodos de seca	Médias dos depois da seca	Estatística - t	Graus de liberd ade	Sig. 2
Antes_depois_Ceará	0,0089	0,3933	0,3844	0,463	6	0,655 <sup>NS</sup>
Antes_depois_Piauí	-0,0125	0,3725	0,3838	-0,349	7	0,738 <sup>NS</sup>
Antes_depois_RGN	0,0250	0,5840	0,5590	1,191	9	0,264 <sup>NS</sup>

Fonte: Elaboração própria, tendo como base os dados da NOAA (vários anos) e IBGE (vários anos).

Observação: O super índice NS significa não significativamente diferente de zero ao menos ao nível estabelecidos pelas magnitudes mostradas na tabela.

Pelas evidências mostradas na Tabela 22, depreende-se que os valores estimados nas estatísticas “t” para todos os estados sugerem que as médias estimadas para os períodos antes e depois das secas não são, estatisticamente, diferentes. Inclusive, os valores estimados para as médias, em todos os estados, apresentam valores muito próximos. Dessa forma, as evidências mostradas, graficamente, confirmam-se de forma estatística: houve resiliência nas produções de lavouras de sequeiro nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho buscou mostrar de que modo as precipitações de chuvas interferem nas produções das lavouras de feijão, mandioca, milho e caju nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020. Os objetivos do estudo foram alcançados, visto que os resultados confirmaram as hipóteses defendidas ao longo do texto. Nesse sentido, existem interações entre as instabilidades pluviométricas da região e as variáveis que definem as referências técnicas e econômicas das produções de lavouras de sequeiro nos estados investigados.

A pesquisa estimou as médias históricas das precipitações de chuvas nos estados. Mostrou as respectivas instabilidades observadas entre os anos de 1901 a 2020. Com base nessas informações, foi possível delimitar três períodos de distribuição de chuvas nos estados: seca, normalidade e chuvoso. Esses períodos ancoraram as análises feitas na pesquisa.

No que se refere às instabilidades pluviométricas dos estados, observou-se que o estado do Piauí apresentou o menor dentre os três estados, considerado médio. Ceará e Rio Grande do Norte apresentaram as maiores instabilidades nas distribuições das chuvas.

Observou-se que as instabilidades nas pluviometrias dos estados se manifestaram naquelas variáveis que foram utilizadas para aferir as produções de feijão, mandioca, milho e caju no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020.

O estudo também logrou êxitos na construção de instrumentos de captação das sinergias existentes entre as variáveis utilizadas para as definições das produções das lavouras nos estados (IPROD). Através deste instrumento, foi possível mostrar que, de acordo com as expectativas feitas para a construção desta pesquisa, os IPROD são menores em magnitude nos períodos de seca. Esse índice apresentou relação positiva com as pluviometrias observadas para os estados no período analisado.

Por fim, o trabalho demonstrou que se pode aceitar a hipótese de existência de resiliência às secas, na produção de feijão, mandioca, milho e caju no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte entre os anos de 1974 a 2020. Esse é um resultado importante, porque se sabe que os serviços de assistência técnica e extensão rural nos referidos estados inexistem ou atuam de forma precária para a grande maioria dos agricultores produtores das lavouras. A existência de resiliência às secas, associadas às produções dessas lavouras, sinaliza que os agricultores desenvolvem capacidades adaptativas às adversidades climáticas que são a regra no Nordeste em geral e no semiárido em particular.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 4 ed. São Paulo: Ateliê Editorial, p. 153, 2003.

ADGER, W. N.; KHAN, S. R.; BROOKS, N. **Measuring and enhancing adaptive capacity, Adaptation Policy Framework: A Guide for Policies to Facilitate Adaptation to Climate Change**. UNDP. 2003. Disponível em: <http://www.undp.org/cc/apf-outline.htm>. Acesso em: 11 ago. 2021.

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

ALVES, J.M.B.; SERVAIN, J.; CAMPOS, J.B. Relationship between ocean climatic variability and rain-fed agriculture in northeast Brazil. **Climate Research**, United States, v. 38, n. 5, p. 225-236, 2009.

ANDRADE, Manuel Correia. **A terra e o homem no Nordeste**. São Paulo, SP: Brasiliense. 1973.

**ANUÁRIO DO PIAUÍ**, Ano 1, n.1. Teresina: Gráfica e Editora Júnior Ltda, v. 2, 484 p. 2006.

ARAÚJO, J. A.; SOUZA, R. F. Abordagens sobre o processo de desertificação: uma revisão das evidências do Rio Grande do Norte. **Revista Geosul**, Florianópolis, v. 32, n. 65, p. 122 - 143, set./dez., 2017.

ASA BRASIL. **Semiárido - é no semiárido que a vida pulsa!** 2019. Disponível em: <<https://www.asabrasil.org.br/semiario>>. Acesso em: 2 jun. 2021.

AYOADE, J. O. O clima e a agricultura. In: **Introdução a Climatologia para os Trópicos**. 11 ed., Rio de Janeiro, 2011.

AZEVEDO, L. G. T., Porto, R. L., Mélllo Junior, A. V., Pereira, J. G., Arrobas, D. P., & Noronha, L. C. P. **Transferência de água entre bacias hidrográficas**. Brasília: Banco Mundial. 2005.

BALASSIANO, M. **Análise Fatorial**. São Paulo: FGV, 2000.

BASTOS, E.A. **Árvore do Conhecimento - Feijão-Caupi**. Embrapa - Parque Estação Biológica. Brasília, DF. 2002. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijaocaupi/arvore/CONTAG01\\_33\\_510200683536.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijaocaupi/arvore/CONTAG01_33_510200683536.html). Acesso em: 29 ago. 2021.

Banco do Nordeste do Brasil - BNB. **Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro**. Fortaleza: BNB. 2005.

**Boletim conjuntural do Nordeste do Brasil**. Recife: SUDENE, n. 3, jul. 1995.

BRASIL. CASA CIVIL, **Lei nº 11.346/2006 (Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN)**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111346.htm). Acesso em: 01 jul. 2020.

BRASIL NETO, L. G. Conduas administrativas de controle para prevenção dos crimes cometidos no âmbito da Operação Carro-Pipa. **Revista Controle - Doutrina e Artigos**, n. 17, 2019.

BUAINAIN, A; GARCIA, J. Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. **Revista franco-brasileira de geografia**, São Paulo, n. 19, 2013.

CABRAL, R. Das ideias à ação, a Sudene de Celso Furtado—oportunidade histórica e resistência conservadora. **Cadernos do Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 8, p. 17-34. 2018.

CAMPOS, R. T.; KHAN, A. S.; BISERRA, P. V. P. S. **Mudança tecnológica na agricultura: aspectos conceituais e evidências empíricas**. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

CARDONA, O. D. The Need for Rethinking the Concepts of Vulnerability and Risk from a Holistic Perspective: A Necessary Review and Criticism for Effective Risk Management. In: **Mapping Vulnerability, Disasters, Development, and People**. Earths can Publications, London. 2004.

CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)**. Embrapa Meio-Norte. Teresina. 108 p. 2002.

CARVALHO, O. Nordeste semiárido: transformação de potencialidades em possibilidades econômicas. In: **Semiárido**. Brasília: Câmara dos Deputados. p. 143-176. 2010.

CASCUDO L. da C., **História do Rio Grande do Norte**. Natal, Fundação José Augusto, 521 p., 1984.

CATARINO, L., MENEZES, Y. e SARDINHA, R. Cashew cultivation in Guinea-Bissau—risks and challenges of the success of a cash. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 5, p. 459-467, 2015.

COÊLHO, J. D. Produção de mandioca - raiz, farinha fécula. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 3, n. 44, setembro, 2018. Disponível em: <[https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4049480/44\\_Mandioca.pdf/08b8f0c3-b88b-4d40-d5ec-4e2620bdcddde](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/4049480/44_Mandioca.pdf/08b8f0c3-b88b-4d40-d5ec-4e2620bdcddde)>. Acesso em: 14/11/2020.

COÊLHO, J. D.; XIMENDES, L. J. F. Produção de grãos no Nordeste: de olho na China. **Caderno Setorial (ETENE)**, Fortaleza, ano 1, n. 2, outubro, 2016. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/4\\_graos.pdf/f97d2c22-09b5-3075-867d-d376ca9f581a](https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1138347/4_graos.pdf/f97d2c22-09b5-3075-867d-d376ca9f581a). Acesso em 27 jul. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Análise mensal**. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em 21/11/2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Séries históricas de área plantada, produção de produtividade de milho total (1ª e 2ª safra)**. 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analise-regional-do-mercado-agropecuario/analise-regional-mt-milho/item/14334-milho-analise-2-quinzena-setembro-2020>. Acesso em: 18 set. 2021.

COSER, E. **Avaliação da incidência de pragas e moléstias na cultura do milho (Zea mays L.) crioulo e convencional no município de Xaxim – SC**. Chapecó. 2010. Monografia (Graduação) – Universidade Comunitária da Região de Chapecó, UNOCHAPECÓ, 2010.

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 Curso de Economia Rural, Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

COUTINHO, M.D.L.; BRITO, J.I.B. Análise de componentes principais com dados pluviométricos no estado do Ceará. In: **A Amazônia e o Clima Global**. Belém: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2010.

CREPALDI, Silvio Aparecido. **Contabilidade rural: uma abordagem decisória**. 5.ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Atlas, 2009.

DANTAS, J. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Drought impacts, social organization, and public policies in northeastern Brazil: a case study of the upper Paraíba River basin. **Environ mental monitoring and assessment**, v. 192, n. 5, p. 1-21, 2020.

DEDECCA, C. S. A pesquisa nacional por amostra de domicílios – Pesquisa Nacional de Amostras por Domicílio (PNAD). Síntese Metodológica. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 15, n. 2, p. 103-114, 2014.

DE LEON, J. C. F. **Vulnerability: a conceptual and methodological review**. Bohn, Germany: Institute for Environment and Human Security, 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Agroindústria Tropical, Aspectos econômicos da cultura do cajueiro**, 2ª ed., 2016. Disponível em: <<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteúdo>>. Acesso em: 7 jun. 2021.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Produção de feijão do Nordeste deverá crescer em 2018**. Banco do Nordeste. Ano I - Nº 143 - 10.09.2018. 2018. Disponível em : [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/fejjaocaupi/arvor/CONTAG01\\_17\\_510200683536.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/fejjaocaupi/arvor/CONTAG01_17_510200683536.html). Acesso em: 25 jun. 2021.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Cultura do feijão no Estado do Pará**. Brasil, 1998. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/376643/cultura-do-feijao-no-estado-do-para>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

EMPERAIRE, L...; e PERONI, N. Traditional management of agro biodiversity in Brazil: a case study of manioc. **Human Ecology**, v. 35, n.6, p. 761-768, 2007.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations - FAO. **Mapa da distribuição das regiões áridas e semiáridas no mundo**. 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-da-distribuicao-das-regioes-aridas-e-Semi-aridas-no-mundo-Fonte\\_fig1\\_260480416](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-da-distribuicao-das-regioes-aridas-e-Semi-aridas-no-mundo-Fonte_fig1_260480416). Acesso em: 03 out. 2020.

Food And Agriculture Organization Of The United Nations FAO. **The state of food insecurity in the world 2014**. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition. Rome: FAO: IFAD: WFP, 2014. 53 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4030e.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2021.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, p. 641. 2009.

FERNANDES, J. D.; MEDEIROS, A. J. Desertificação no Nordeste do Brasil: uma aproximação sobre o fenômeno no Rio grande do Norte. **Revista Holos**, vol. 3, n. 25, p. 159, 2009.

FERRANTI, P. Food sustainability, security, and effects of global change. In: **REFERENCE module in food science**. Amsterdam: Elsevier, 5 p. 2016.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento Regional Sustentável: Fruticultura – Caju**. Série Cadernos de Propostas para Atuação em Cadeias Produtivas. v. 4. Brasília: IICA, 2010.

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

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ. **Emater ajuda produtor de feijão e milho a aumentar produtividade**. Paraná, 2019. Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103465&tit=Emater-ajuda-produtor-de-feijao-e-milho-a-aumentar-produtividade>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ. **Secretaria de Planejamento**. Conferências Regionais de Desenvolvimento Sustentável: Matrizes de Interação Causa/Efeito e Propostas de Eixos e Ações para o Desenvolvimento Sustentável das Regiões do Estado do Piauí. Teresina: Seplan, 2003.

GTDN. Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste. 2 ed. **Uma Política de Desenvolvimento Econômico para o Nordeste**. Recife: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), 1967.

GUANZIROLI, C. E.; VIDAL, M. de F. **Agricultura familiar no Nordeste: uma análise comparativa entre dois censos agropecuários**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, p. 172, 2011.

GUTIÉRREZ, A. P. A., ENGLE, N. L., NYS, E., MOLEJÓN, C., & MARTINS, E. S. Drought preparedness in Brazil. **Weather and Climate Extremes**, 3, p. 95-106, 2014.

HAIR JR., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 5ª ed. 583 p. 2005.

Human Development Report - HDR. **United Nations Development Programme**. Cap. 1, 3 e 4. 2014. Disponível em: <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-report-en-1.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro\\_2017\\_resultados\\_definitivos.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf). Acesso em: 18 abr. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Cidades e Estados**. 2021. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática-Sindra**. 2018. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 mai. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Uma análise das condições de vida da população brasileira**. Brasil, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?=&t=sobre>. Acesso em: 30 jul. 2021.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Séries Estatísticas – Rio Grande do Norte**. Dados censitários por unidade da federação. Disponível em: [http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista\\_tema.aspx?op=1&no=2&nome=uf](http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=1&no=2&nome=uf). Acesso em 25 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Perfil Regional**. 2016. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-regional.xhtml>. Acesso em: 25 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ - IPECE. **Características Geográficas, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Ceará em números. 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: 22 jul. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PAINEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Climate Change: Synthesis Report**. World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, Geneve, 2001.

KUHNEN, A. Interações humano-ambientais e comportamentos socioespaciais. In: **Interações pessoa-ambiente e saúde** (pp.15-35). São Paulo, SP: Casa do Psicólogo. 2009.

LASTRES, H. M. M.; ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L.; LEGEY, L.; LEMOS, C.R.; SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. E. **Interagir para competir: promoção de arranjos produtivos e inovativos no Brasil**. Brasília: SEBRAE: FINEP: CNPq, 354p. 2002.

- LEMOS, J.J.S. **Vulnerabilidades Induzidas no Semiárido**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020.
- 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.
- LEMOS, J.J.S. Efeitos da expansão da soja na resiliência da agricultura familiar no Maranhão. **Revista de Política Agrícola**. n 2. Brasília. 2015.
- LIMA, J.R.; MAGALHÃES, A.R. **Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21**. Parc. Estrat. Brasília (DF) v. 23. n. 46. p. 191-212. jan-jun. 2018.
- MACHADO, L.M. **Climate change resilient development of family farmers in the brazilian semiarid: an analysis of public policies and of the coexisting with the semiarid paradigm**. Rio de Janeiro, RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, COPPE. 2018.
- MARENGO J.A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/ drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Clim Chang**. United States, v. 129, n. 103–115. 2015.
- MARTINS, E. S. P. R.; MAGALHÃES, A. R. **A seca de 2012-2015 e seus impactos. Parcerias Estratégicas**. Brasília, v. 20, n. 41, p.107-128, jul. 2015.
- 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 out. 2020.
- MATTEI, L. O papel e a importância da agricultura familiar no desenvolvimento rural brasileiro contemporâneo. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v. 45, p.71-79. 2014.
- MATOS, P. T. de; SOUZA, P. S. A estatística da população na América portuguesa, 1750-1820. **Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe Colombiano**, Ano II, n. 25, p. 72-103, 2015.
- MEDEIROS, T. **Aspectos geopolíticos e antropológicos da história do Rio Grande do Norte**. Natal: Imprensa Universitária, 1973.
- MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora: UFMG, 295p. 2005.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). 2018. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em 12 mai. 2021.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **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:

<https://www.gov.br/sudene/ptbr/assuntos/projetos-e-iniciativas/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-PAN BRASIL**. Brasília, DF. 2004.

MONTEIRO, D. M. **Introdução à história do Rio Grande do Norte**. 2. ed. Natal: Cooperativa Cultural, 2002.

MONTENEGRO, A.A.A; MONTENEGRO, S.M.G.L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. IN: **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012, 258P. Acesso em: 20 jul. 2021.

MOURA, M.S.B. et al. **Clima e água de chuva no semiárido**. Brasília. EMBRAPA, 2007. Disponível em:  
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36534/1/OPB1515.pdf>. Acesso em 18 jan. 2022.

National Oceanic and Atmospheric Agency – NOAA. EUA - **Global Historical-Monthly Climatology**. 2022. Network (GHCN-M)). Disponível em:  
<https://www.globalclimatemonitor.org/#>. Acesso em: 11 jan. 2021.

NAVARRO, Z.; PEDROSO, M.T.M. A agricultura familiar no Brasil: da promessa inicial aos impasses do presente. **Revista Econômica do Nordeste**. Fortaleza, v.45, p. 6-17, 2014.

OLIVEIRA, V.H. Cajucultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.1-3, 2008.

PAIVA, E.C. **Simulações metodológicas para detectar formação de expectativas e tornar a produção de leite sustentável no semiárido cearense**. Fortaleza, Ceará. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado em Economia Rural. 2018.

PIRES, A. Afinal, para que servem as condicionalidades em educação do Programa Bolsa Família? **Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 80, p. 513-532, 2013.

PIZARRO, R. **La Vulnerabilidad Social y sus Desafíos: Una Mirada desde América Latina**. In: Estudios Estadísticos y prospectivos. n. 6, CEPAL. 2001. Disponível em:  
[http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/ml/3/6553/P6553.xml&xsl=/deyp\\_e/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt](http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/ml/3/6553/P6553.xml&xsl=/deyp_e/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt). Acesso em: 14 ago. 2021.

PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA. **Agricultura familiar: agricultores comemoram produção na segunda festa da mandioca, em porto velho**. Rondônia, 2015. Disponível em: <<http://www.rondonia.ro.gov.br/agricultores-comemoram-producao-na-segunda-festa-da-mandioca-em-porto-velho/>>. Acesso em: 01 jun. 2021.

PRAXEDES, A.L.F. **Sinergia e resiliência entre a seca e a produção agrícola de sequeiro no semiárido do Ceará**. Fortaleza, Ceará. Dissertação de Mestrado em Economia Rural. 2021.

RAO, CS.; GOPINATH, KA. Tecnologias resilientes de sequeiro para mitigação da seca e segurança alimentar sustentável. **MAUSAM**, [S. l.], v. 67, n. 1, pág. 169–182, 2016. Disponível em: <https://mausamjournal.imd.gov.in/index.php/MAUSAM/article/view/1174>. Acesso em: 17 dez. 2022.

REIS, J.G.M.; VENDRAMETTO, O.; NAAS, I.A.; COSTABILE, L.T.; MACHADO, S.T. Avaliação das Estratégias de Comercialização do Milho em MS Aplicando o Analytic Hierarchy Process (AHP). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 1, p. 131-146, 2016.

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

ROSENZWEIG, C., HILLEL, D. Climate change, agriculture and sustainability. In: Lal, R., N. Uphoff, B.A. Stewart,; .O. Hansen (eds.) **Climate change and global food security**. London, UK: Taylor& Francis. 2005. p. 243-268.

SALVIANO, J. I. A.; PRAXEDES, A. L. F.; LEMOS, J. J. S. Sinergias entre as instabilidades pluviométricas e a produção de lavouras de sequeiro no semiárido cearense. **Revista Cerrados**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 371-394, 23 set. 2021.

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

SANTOS, Rayanne Gomes dos; SOUSA, Eliane Pinheiro de. Integração espacial dos mercados exportadores de castanha de caju entre os estados do Ceará e Rio Grande do Norte no período 1997-2015. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**. v. 11, n. 1, pp. 62-77, 2017.

SEAB. **Mandioca – Análise da conjuntura agropecuária**. 2016. Disponível em: Acesso em: 20 nov. 2020.

SENA, L. M. M. **Conheça e Conserve a Caatinga – O Bioma Caatinga**. Vol.1. Fortaleza: Associação Caatinga, p.54, 2011. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/2sem2015/novembro/Nov.15.33.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2021.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE. **RESOLUÇÃO CONDEL/SUDENE**. Brasil, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembrode2021/370970623#:~:text=Aprova%20a%20Proposição%20n.,de%20transição%20para%20municípios%20excluídos>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

THORNTHWAITE, C.W. An Approach toward a rational classification of climate. **Geográfico**, Delhi - Índia, v.38, n. 1, p. 55-94. 1948.

UNITED NATIONS - UN. **United Nations Environment Management Group**. New York. 2011. Disponível em: <https://unemg.org/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

UNITED NATIONS - UN. **TST Issues Brief: Desertification, Land Degradation and Drought**. Sustainable Development Platform Goals. New York. 2013. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1803tstissuesdldd.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2022.

VIALI, Lourí. **Introdução a Estatística Multivariada**. 2002. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/especializa/realizadas/ceea/multivariada/textos/Introducao.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2021.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. **Análise multivariada da teoria à prática**. 2005. Monografia (especialização em estatística) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WANDERLEY, M. N. B. **Raízes históricas do campesinato brasileiro**. XX Encontro Anual da ANPOCS. Caxambu, 1996. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade, sociedade e agricultura. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/leaa/files/2014/06/Texto6.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2020.