

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da UFABC

Pós - Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental

MARYÁ CRISTINA RABELO

**Distribuição espaço-temporal das chuvas e sua influência na  
produção dos principais cultivos na agricultura familiar no  
Ceará**

Santo André - SP

2016

MARYÁ CRISTINA RABELO

**Distribuição espaço-temporal das chuvas e sua influência na  
produção dos principais cultivos na agricultura familiar no  
Ceará**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, da Universidade Federal do ABC, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental. Linha de Pesquisa: Sistemas Ambientais.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>.Dra. María Cleofé Valverde Brambila  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Vanessa Lucena Empinotti

Santo André - SP

Março, 2016

**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC**  
Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rabelo, Maryá Cristina

Distribuição espaço-temporal das chuvas e sua influência na produção dos principais cultivos na agricultura familiar no Ceará. / Maryá Cristina Rabelo — 2016.

116 fls. : il.

Orientadora: Maria Cleofé Valverde Brambila

Coorientadora: Vanessa Lucena Empinotti

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Santo André, 2016.

1. Agrometeorologia. 2. Precipitação. 3. Agricultura familiar. 4. Ceará. I. Cleofé Valverde Brambila, Maria. II. Lucena Empinotti, Vanessa. III. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, 2016. IV. Distribuição espaço-temporal das chuvas e sua influência na produção dos principais cultivos na agricultura familiar no Ceará.

**Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.**

Santo André, 01 de Junho de 2016.

Assinatura do autor: Maryá Cristina Rebelo

Assinatura do orientador: Maria C. Almeida Brumato



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**Fundação Universidade Federal do ABC**  
**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental**  
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP  
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017  
pgcta@ufabc.edu.br

### FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Marya Cristina Rabelo, realizada em 3 de março de 2016:

Prof.(a) Dr.(a) **Maria Cleofé Valverde Brambila** (UFABC) – Presidente

Prof.(a) Dr.(a) **Dácio Roberto Matheus** (UFABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Ana Maria Heuminski de Avila** (UNICAMP) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Diana Sarita Hamburger** (UFABC) – Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Angélica Giarolla** (INPE) – Membro Suplente

## AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos a Deus, pela força para não desistir.

Agradeço aos meus pais e irmã, pelo amor e apoio incondicional ao longo deste processo de dissertação e de muitos outros. Obrigada maninha, pela sua amizade e por me receber com tanto carinho na sua república em São Paulo no início do mestrado.

A minha orientadora, prof. Dr. Maria Cleofé Valverde, pelos ensinamentos e compartilhamento de conhecimento. Agradeço muito pela disponibilidade manifestada, sempre disposta e se desdobrando no tempo para me ajudar com a pesquisa, e por toda atenção, oportunidade e colaboração para a realização dessa pesquisa.

A minha co-orientadora, prof. Dr. Vanessa Empinotti por aceitar a me orientar, e pelas informações e contribuição de materiais de grande importância para a realização desta dissertação. Agradeço por todo apoio e incentivo a cada momento na fase final, foram essenciais para a finalização deste trabalho.

Aos professores, membros da banca examinadora Dr. Dácio Matheus e Dra. Ana Ávila, pela contribuição para que a finalização da dissertação tenha chegado a um bom termo.

Agradeço as amigas, Karen, Daniela, Tatiane pela amizade e apoio prestado, em especial à Maria Gabriela e Maíra, pela convivência social no dia a dia tanto no laboratório de análise ambiental como também nas viagens dos Congressos, a amizade de vocês foram simplesmente essenciais.

Ao meu amor, ouvinte sobre o tema da minha dissertação durante os 2 anos de Mestrado. Agradeço pelo amor e apoio mesmo estando morando em outro país, obrigada pela compreensão, paciência e confiança.

Preciso também agradecer a Livia, Daniela, Tamires e Raíssa durante meu primeiro ano de Mestrado e no segundo ano, a Stefanie e Camila, que foram minhas *roomates*, agradeço pela companhia e amizade durante minha moradia em Santo André.

Aos professores do Departamento de Pós –Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do ABC, pela disponibilidade e auxílio.

À UFABC, pelo auxílio financeiro durante o período da pesquisa.

## EPÍGRAFE

“A verdadeira viagem de descobrimento  
não consiste em procurar novas  
paisagens, mas em ter novos olhos”.  
(Marcel Proust)

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Número de estabelecimentos familiares, Área e Valor Bruto da produção (VBP) por categoria familiar e patronal no estado do Ceará.....	27
<b>Tabela 2.</b> Identificação dos produtos principais e complementares (cultivos) nas regiões de agricultura familiar do Nordeste.....	29
<b>Tabela 3.</b> Localização geográfica das estações pluviométricas para cada município selecionado no estado de Ceará para avaliar a influência das chuvas nos cultivos de arroz, feijão e milho.....	42
<b>Tabela 4.</b> Padrão dos valores de intensidade do <i>Standard Precipitation Index</i> Fonte: (McKee, 1993).....	49
<b>Tabela 5.</b> Dados de chuvas mensais de Alto do Santo para o período de 1990 a 2014.....	69
<b>Tabela 7.</b> Dados de chuvas mensais do município de Canindé para o período 1990-2014.....	70
<b>Tabela 8.</b> Dados de chuva mensais do município de Aurora para o período de 1990-2014.....	71
<b>Tabela 9.</b> Dados de chuva mensais de Limoeiro do Norte para o período de 1990-2014.....	72
<b>Tabela 10.</b> Dados de chuva mensais de Acopiara no período de 2000 a 2014.....	73
<b>Tabela 11.</b> Dados de chuva mensal (Tauá-1990-2014).....	74
<b>Tabela 13.</b> Dados de chuva diária em Acopiara e Tauá para os meses de dezembro de 2013 e de Janeiro até Março de 2014.....	81
<b>Tabela 14.</b> Dados de chuva diária em Aurora e Limoeiro do Norte em 2014.....	83
<b>Tabela 15.</b> Dados de chuva diária Acopiara e Canindé em 2014.....	86



## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> ZCIT mostrada através das imagens do satélite METEOSAT-7.Fonte:FUNCEME, 2006.....	17
<b>Figura 2.</b> Esquema mostrando, de maneira simples, os padrões oceânicos e atmosféricos que contribuem para a ocorrência de anos secos (a) e chuvosos (b), na parte norte da região Nordeste do Brasil. Fonte: Adaptado de Nobre e Molion, 1998.....	18
<b>Figura 3.</b> Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho mostrando a banda de nebulosidade associada a um VCAN em um círculo (linha amarela) no Ceará.....	19
<b>Figura 4.</b> Imagem de satélite no canal infravermelho. As setas indicam a localização de linha de instabilidade na costa norte-nordeste brasileira. Fonte: INPE/DAS, GOES-8,1999.....	20
<b>Figura 5.</b> Onda leste no nordeste do Brasil mostrada através de imagem do satélite GOES 12. Fonte: INPE/CPTEC/DSA.....	21
<b>Figura 6.</b> Anomalias da temperatura da superfície do mar representando (a) o evento de El Niño de 1998, e (b) o evento de La Niña de 1989. Os tons vermelhos indicam regiões com temperaturas oceânicas acima da média climatológica e os tons azulados as regiões com temperaturas abaixo da média.....	23
<b>Figura 7.</b> Fase fenológica do arroz com o número de dias de crescimento da semente desde o plantio até a colheita.....	32
<b>Figura 8.</b> Fase fenológica do milho com o crescimento da semente desde a germinação a maturação biológica.....	34.
<b>Figura 9.</b> Fase fenológica do feijão mostrando o crescimento da semente da emergência a maturação plena.....	36
<b>Figura 10.</b> Mapa de Localização do Estado do Ceará mostrando os municípios selecionados com maior prática de agricultura familiar, e com a localização das estações pluviométricas.....	38
<b>Figura 11.</b> Hidrografia do Ceará. Fonte: IBGE.....	40
<b>Figura 12.</b> Fluxograma da metodologia.....	43
<b>Figura 13.</b> Distribuição espacial da porcentagem dos estabelecimentos de familiares (a) e da porcentagem da área de agricultura familiar (b) no Ceará.....	51
<b>Figura 14.</b> Distribuição espacial da quantidade produzida de arroz por município entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2014 no Ceará.....	53
<b>Figura 15.</b> Distribuição espacial da quantidade produzida de milho entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014.....	55

<b>Figura 16.</b> Distribuição espacial da quantidade produzida de feijão entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005,2010 e 2014.....	56
<b>Figura 17.</b> Precipitação anual (a) e bimestral (b) no Ceará do período de 1961 – 1990.....	58
<b>Figura 18.</b> Padrão mensal da chuva nos municípios: Aurora (a), Limoeiro do Norte (b), Alto do Santo(c), Canindé (d), Acopiara (e) e Tauá (f).....	59
<b>Figura 19.</b> Variabilidade interanual de Aurora e Limoeiro do Norte (a), Acopiara e Tauá (b) Alto do Santo e Canindé (c) para o período de 1974 – 2014.....	61
<b>Figura 20.</b> Distribuição da produtividade de arroz e SPI anual em Aurora (a) e Limoeiro do Norte (b) durante o período de 1990 a 2014.....	64
<b>Figura 21.</b> Distribuição da quantidade produzida de milho e SPI anual em Acopiara (a) e Tauá (b) durante o período de 1990 a 2014.....	65
<b>Figura 22.</b> Distribuição da produtividade de feijão e SPI anual em Acopiara(a) e Canindé (b) durante o período de 1990 a 2012.....	67
<b>Figura 23.</b> Área plantada, colhida e de perda de feijão em Alto do Santo.....	68
<b>Figura 24.</b> Área plantada, colhida e de perda de feijão em Canindé.....	69
<b>Figura 25.</b> Área plantada, colhida e de perda de arroz em Aurora.....	70
<b>Figura 26.</b> Área plantada, colhida e de perda de arroz em Limoeiro do Norte.....	71
<b>Figura 27.</b> Área plantada, colhida e de perda de milho em Acopiara.....	72
<b>Figura 28.</b> Área plantada, colhida e de perda de milho em Tauá.....	73
<b>Figura 29.</b> Calendário agrícola do arroz, milho e feijão no Ceará.....	74
<b>Figura 30.</b> Calendário agrícola do arroz em Aurora (a) e Limoeiro do Norte (b).....	76
<b>Figura 31.</b> Calendário agrícola do milho em Acopiara (a) e Tauá (b).....	77
<b>Figura 32.</b> Calendário agrícola do feijão em Alto do Santo (a) e Canindé (b).....	78
<b>Figura 33.</b> Calendário Agrícola nos municípios de Acopiara e Tauá para o ano de 2014.....	80
<b>Figura 34.</b> Calendário agrícola do arroz em Aurora e Limoeiro do Norte no ano de 2014.....	82
<b>Figura 35.</b> Calendário agrícola do feijão em Canindé e Alto do Santo no ano de 2014.....	85

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a influência da precipitação sobre a quantidade produzida dos cultivos de milho, feijão e arroz no estado do Ceará, por agricultores familiares, em seis municípios: Aurora, Alto do Santo, Canindé, Limoeiro do Norte, Acopiara e Tauá. Para isso foram utilizados os dados do Censo Agropecuário (2006 – IBGE): dados de quantidade produzida, área plantada, colhida para o período de 1990 a 2014, e séries históricas de precipitação para o período de 1974 a 2014. No tratamento dos dados da chuva elaborou-se a climatologia mensal, trimestral e anual, e se calculou um índice de seca (*Standard Precipitation Index* - SPI). Estas informações foram relacionadas com a quantidade produzida, área plantada e colhida dos cultivos. Finalmente se construíram calendários agrícolas para cada cultivo e município em estudo, que incluíram as informações mensais e decendiais. Os resultados mostraram que os municípios com 90% a 100 % de estabelecimentos familiares principalmente na área do Sertão Cearense detêm 40 % a 60 % de área agrícola total por município. Na análise da climatologia mensal dos municípios estudados, encontrou-se que os meses de maior total pluviométrico concentram-se entre fevereiro a abril devido à influência da Zona de Convergência Intertropical. Os municípios com máxima intensidade de chuva são Limoeiro do Norte, Aurora e Alto do Santo. A análise das tendências mostrou decréscimo das chuvas em todos os municípios para o período de 1974-2014. O índice de SPI destacou que os anos de seca associaram-se principalmente com eventos do El Niño, sendo estes mais intensos nos anos de 1990-1993 e 1997-1998, e houve uma relação direta com a diminuição da quantidade produzida de arroz no município de Aurora e Limoeiro do Norte, e do cultivo de milho em Acopiara. Os resultados dos calendários agrícolas de arroz, feijão e milho evidenciaram cada fase do cultivo para a melhor época do plantio em função do padrão mensal da chuva. Verificou-se que para cada localidade deve ser elaborado um calendário agrícola específico segundo o cultivo e o padrão mensal da chuva. Por esse motivo, foi sugerido que os municípios de Acopiara, Limoeiro do Norte e Tauá para os cultivos de feijão, arroz e milho respectivamente adiassem um mês a sua época de plantio. Este estudo pode auxiliar no aprimoramento das pesquisas sobre a chuva e sua influência na agricultura familiar no Ceará, servindo de base para uma melhor gestão de políticas públicas, de forma a otimizar a produtividade agrícola onde os ganhos sejam sentidos principalmente pelos agricultores familiares.

**Palavras chaves:** precipitação, cultivo agrícola, municípios do Ceará.

## **Abstract**

The objective of this study was to analyze the precipitation influence over the agricultural cultivation of corn, beans, and rice in the following six cities from the state of Ceará: Aurora, Alto do Santo, Canindé, Limoeiro do Norte, Acopiara, and Tauá. The information used was provided by the Farming Sense (IBGE-2006) and included: seeded and harvested area, and produced quantity from 1990 to 2014; historical precipitation series from 1974 to 2014. From the rain data manipulation it was elaborated the monthly, trimesterly, and annually climatology, where the SPI (Standard Precipitation Index) was calculated. This information was correlated with the seeded and harvested area, and produced quantity. Finally, agricultural calendars were created for each crop and city analyzed where rain information was available. The results showed that municipalities with 90% to 100% of domestic harvesting in the Sertão Cearense region detain 40% to 60% of the agricultural area. In the analysis of the monthly climatology of the scoped cities, the results also showed that from February to April the pluviometric indices were higher due to the influence of the Intertropical Convergency Zone. The cities with maximum rain density are: Limoeiro do Norte, Aurora, and Alto do Santo. The analysis of the rain density in the period of 1974 to 2014 exposed a decrease trend. The SPI showed that the drought periods were related with the El Niño, where it was more intense in the periods of 1990-1993 and 1997-1998, where a direct correlation was traced with the rice production in Aurora and Limoeiro do Norte, and corn production in Acopiara. The results of the agricultural calendars for rice, beans, and corn exposed the best match between the period of the year and each phase of the crops, based on the monthly rain standard. It was also verified that a specific agricultural calendar should be created for each locality, based on the crops phase and the local rain monthly standard. Due to this reason, it was suggested that the cities of Acopiara, Limoeiro do Norte e Tauá delay one month their seeding activity for beans, rice, and corn. This study can help in the improvement of the researches about the rain and its influence in the domestic harvesting in Ceará, serving as a base for a better management of the public politics aiming to optimize the agricultural production where gains can be granted especially to the domestic farmers.

**Key works:** precipitation, agricultural cultivation, cities of Ceará.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	15
2.1. Objetivo Geral .....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3. REVISÃO DA LITERATURA .....	16
3.1 Sistemas atmosféricos que influenciam na precipitação do Ceará.....	16
3.1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) .....	18
3.1.2 Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis do Nordeste do Brasil (VCANs).....	19
3.1.3 As Linhas de Instabilidade (LIs) .....	20
3.1.4 Ondas de Leste .....	23
3.1.5 EL NIÑO e LA NIÑA .....	25
3.2 A agricultura familiar no Ceará.....	27
3.2.1 – Descrição dos cultivos de arroz, milho e feijão, e estudos que relacionam a distribuição das chuvas e sua influência na quantidade produzida destes cultivos.....	30
3.2.2 – Cultivos.....	31
4. ÁREA DE ESTUDO, DADOS E METODOLOGIA.....	38
4.1 – Descrição da área de estudo .....	38
4.2. Dados .....	41
4.3 Métodos .....	43
4.3.1 Tratamento de dados e mapeamento da distribuição dos estabelecimentos de agricultura familiar e da área de agricultura familiar no Ceará.....	44

4.3.2	Mapeamento da distribuição da quantidade produzida de milho, feijão e arroz no estado do Ceará. ....	46
4.3.3	Análise da área plantada, colhida e perdida para os cultivos nos municípios selecionados.....	46
4.3.4	Análise da distribuição espacial e temporal da precipitação no estado de Ceará, identificando os padrões climatológicos que influênciam na variabilidade da chuva. ....	46
4.3.5	Relação da distribuição espacial e temporal da chuva com a distribuição das áreas de plantio e colheita para analisar a influência desta. ....	50
5.	RESULTADOS .....	51
5.1.	Distribuição da porcentagem dos estabelecimentos familiares e da porcentagem da área de agricultura familiar no Ceará.....	51
5.2.	Distribuição espacial da quantidade produzida de milho, feijão e arroz, no estado do Ceará.....	52
5.3.	Análise da precipitação no Ceará e nos municípios selecionados para estudo.....	58
5.4	Análise da produtividade agrícola dos cultivos com o Índice de Precipitação Padronizado (SPI anual) nos municípios selecionados.....	64
5.5	- Análise da área plantada e colhida dos cultivos com a área perdida nos municípios selecionados. ....	70
5.6	- Calendário agrícola.....	77
5.7	- Calendário agrícola: um caso de estudo em 2014 .....	83
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	86
7.	BIBLIOGRAFIA .....	89

## 1. INTRODUÇÃO

A crise ambiental que se vive na atualidade é resultado do conjunto da degradação continua dos diferentes sistemas naturais da Terra. Dentre deles, o sistema climático se evidencia com alterações significativas em seus padrões de chuva e temperatura ocasionando extremos que afetam a agricultura, pecuária, economia e conseqüentemente a população de todo o planeta. A agricultura, especificamente a quantidade de produção deve ser intensamente afetada com a alteração do ciclo das chuvas e o aumento das temperaturas devido à intensificação do efeito estufa (ASSAD, 2010).

No caso do Brasil, a quantidade total de chuvas não tem sofrido alterações, mas a intensidade das precipitações, sim. Isso resulta no aumento da erosão, na perda de fertilizantes e em inundações de áreas produtivas - como em áreas ribeirinhas, ocupadas, principalmente, por pequenos produtores (EMBRAPA, 2013).

Dentre as condições necessárias para o conhecimento prévio do agricultor é importante um estudo climatológico, principalmente das chuvas, pois possibilita optar pelas culturas mais propícias e adaptáveis à variabilidade da chuva. Tal informação também possibilita planejar as melhores épocas de plantio/semeadura e identificar as variedades mais resistentes, podendo tornar uma agricultura sustentável e produtiva com menores prejuízos econômicos na sua renda familiar.

A agricultura familiar caracteriza-se pela valorização da terra onde os meios de produção são diversificados, o qual proporciona maior estabilidade do sistema produtivo (GERARDI e SALAMONI, 1994).

Agricultores familiares são aqueles que atendem às seguintes condições: a direção dos trabalhos no estabelecimento é exercida pelo produtor e família; a mão-de-obra familiar é superior ao trabalho contratado e a área da propriedade está dentro de um limite estabelecido para cada região do país (GUANZIROLI e CARDIM, 2000). No Brasil existem 84,4% dos estabelecimentos agrícolas, sendo 4.367.902 estabelecimentos no modelo familiar (IBGE, 2009).

Segundo a FAO (2012), o fortalecimento da agricultura familiar é a chave para reduzir a fome e a pobreza no mundo. No entanto, a baixa capitalização, a disparidade produtiva inter-regional, o acesso às linhas de crédito oficiais, à tecnologia, à assistência técnica, e o acesso aos mercados modernos são as principais dificuldades para o desenvolvimento da produção agrícola familiar no Brasil (BIANCHINI, 2005).

Importante ressaltar que cerca de 70% dos alimentos produzidos no Brasil são provenientes da agricultura familiar (BRASIL, 2011; DIAS, 2015), que constitui a base

econômica de 90% dos municípios brasileiros, responde por 35% do PIB nacional e absorve 40% da população economicamente ativa do país.

Segundo dados do Censo Agropecuário de 2006, 84,4% do total de propriedades rurais brasileiras pertencem a grupos familiares, estando a metade delas na Região Nordeste (FRANÇA et al., 2009).

A produtividade das terras do Nordeste está relacionada às limitações de solo e clima. Cerca de 70,0% do semiárido está sobre o embasamento cristalino onde os solos geralmente são rasos, de baixa capacidade de infiltração de água e que, portanto, limitam o desenvolvimento das culturas. Além disso, esta região está sujeita a períodos cíclicos de seca (MDA/INCRA, 2000).

Com o objetivo de entender o efeito da variação da precipitação na produção agrícola dos agricultores familiares, se escolheu como caso um dos Estados integrantes do semiárido brasileiro, o Ceará. As razões para a sua escolha devem a grande concentração de estabelecimentos familiares pelo fato de possuir uma extensa rede pluviométrica que abrange municípios de todo o Estado, o que possibilitou relacionar o estudo da distribuição da chuva nas épocas de plantio e colheita.

Nas áreas de estabelecimentos agrícolas na região do Nordeste são cultivadas lavouras permanentes e temporárias. Neste estudo foram utilizados os dados de lavouras temporárias sendo de plantio de culturas de curta duração (menor que um ano). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a lavoura temporária é dividida em dois grupos: no primeiro grupo, merecem destaque os produtos clássicos da agricultura familiar, como arroz e feijão, cuja participação entre os familiares é superior à média nacional. No segundo grupo de produtos analisados da lavoura temporária destacam-se o fumo, a mandioca e o milho como produtos preferenciais da agricultura familiar (CENSO AGROPECUARIO, IBGE, 2006).

Os produtos que mais contribuem com o seu valor bruto da produção agrícola do Ceará destacam-se o arroz, feijão, milho e o leite. Por esse motivo esses cultivos são considerados como principais produtos agrícolas sendo escolhidos para o estudo, com exceção do leite.

Um dos aspectos importantes discutidos neste estudo refere-se aos padrões climáticos, o impacto das variações da chuva e mudanças do clima que podem afetar a rentabilidade das atividades agrícolas, pelo que é de se esperar que estas informações contribuam para estratégias de adaptação dos agricultores rurais às variações no nível de precipitação.

Entre os sistemas atmosféricos mais relevantes na região e que determinam a



sazonalidade da chuva pode-se citar a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), e entre os fenômenos de escala global o El Niño Oscilação Sul (ENOS). O El Niño é um dos fenômenos climáticos mais estudados no mundo com impactos globais bem definidos, pois, já foi comprovado por diversos estudos (NOBRE et al., 1982, MARENGO, 2008) que os períodos de ocorrência do El Niño trazem desvios negativos da normal climatológica, a seca.

Marengo (2008) realizou um estudo sobre vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil, e ressaltou que as maiores secas têm sido atribuídas ao El Niño, como em 1983 e 1998, e outros eventos de seca também têm sido atribuídos ao aquecimento do Oceano Atlântico Tropical. Por outro lado, o autor não encontrou tendências de aumento ou redução sistemática da chuva, ainda que durante os últimos cinco anos as chuvas se apresentaram em menores volumes e de forma irregular.

Existe uma dependência do fator climático, pois, as precipitações podem não ser favoráveis em razão dos veranicos e da má distribuição, isso pode comprometer substancialmente a estimativa da produção, com perda bem acentuada. Assim, o conhecimento do comportamento da precipitação é uma peça importante para tomadas de decisões dos agricultores familiares no que se refere à época de plantio do cultivo (ABRAMOVAY, 1999).

No estudo de variabilidade da chuva e seus reflexos na cultura do milho no município de Feira de Santana, Bahia desenvolvido por Diniz e Galvani (2013), os autores analisaram uma série de dados de chuva para o período de 1994 até 2010 e utilizaram um índice de intensidade de seca. O milho foi a cultura agrícola escolhida, pois na agricultura de sequeiros no referido município, este cultivo obtém a maior produtividade agrícola. Ao relacionar o índice de intensidade de seca, ocorrência do El Niño e produtividade, os autores encontraram que a cultura de milho foi afetada entre os anos de 1998 e 2004, pois teve a produção agrícola e a área plantada reduzida, devido à ocorrência do ENOS de intensidade forte e fraca respectivamente que ocasionou uma seca moderada.

Dessa forma, uma análise da distribuição espaço-temporal da chuva que se relacione com a quantidade produzida, área plantada e colhida dos agricultores familiares na região do nordeste se torna importante para melhorar o planejamento agrícola.

No Ceará é frequente a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa que dependendo da intensidade e duração, provocam redução da produção em áreas de agricultura familiar (SANTIAGO et al., 2013).

Desse modo, as ações que viabilizem a convivência com o fenômeno da escassez hídrica, e sua variabilidade, tem se constituído no grande desafio para quem estuda e para

quem toma decisões políticas objetivando a busca do bem-estar social e econômico das populações residentes no Nordeste em geral, e no Ceará em particular, podendo ser possível identificar correlações entre variabilidade das chuvas e a produtividade agrícola.

Um dos instrumentos de política agrícola e gestão de riscos na agricultura é o zoneamento de risco climático, conforme divulgado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para o zoneamento de risco climático, além das variáveis analisadas (clima, solo e planta), aplicam-se funções matemáticas e estatísticas (frequências e probabilidades) com o objetivo de quantificar o risco de perda das lavouras com base no histórico de ocorrência de eventos climáticos adversos, principalmente a seca (BRASIL, 2007). Esta ferramenta define regiões de aptidão climática e épocas mais adequadas de semeadura como forma de diminuir os efeitos causados pela má distribuição de chuvas (TEIXEIRA & AZEVEDO, 1996; ZULLO JÚNIOR et al., 1999; SILVA & AZEVEDO, 2000).

Com isso, o conhecimento da variabilidade espaço-temporal de séries meteorológicas auxilia na escolha de períodos e áreas mais propícias ao cultivo de determinada cultura em função das suas exigências climáticas podendo fornecer dados importantes para a minimização das perdas agrícolas por determinar as áreas climatologicamente aptas a determinadas culturas (BLAIN, 2009).

Conseqüentemente, as condições ambientais devem ser adequadamente avaliadas antes da implantação de uma atividade agrícola pois, basicamente o solo e o clima, controlam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Em relação ao clima, cada cultura necessita de condições favoráveis durante todo o seu ciclo vegetativo, isto é, exige determinados limites de temperatura nas várias fases do ciclo, de uma quantidade mínima de água e de um período seco nas fases de maturação e colheita para se alcançar produtividade econômica, tentando evitar a escassez ou excesso de água, extremos de temperatura, entre outros (SENTELHAS et.al., 2002). Assim, o zoneamento permite determinar a melhor época de semeadura para cada município.

No entanto, plantar custa caro e envolve riscos, devendo o agricultor ficar atento a fatores como o clima, a quantidade e a qualidade da mão de obra, a qualidade do solo, o fator econômico, a tecnologia aplicada na produção e outras mais, para que não haja dispêndio de recursos e prejuízos futuros. Assim, com o intuito em minimizar esse problema, foi desenvolvido um calendário agrícola para vários cultivares nacionais, que auxilia o agricultor a planejar a sua produção, orientando-o sobre a época correta, conforme a região do país,

*para o plantio, a colheita, adubação e inúmeras outras informações sobre produtos específicos (CIAGRO, 2009).*

Portanto, é importante que os estudos de riscos climáticos tenham continuidade, buscando o aperfeiçoamento para o planejamento da agricultura e da inclusão de outras regiões, culturas e sistemas de produção, sendo que praticamente inexistem estudos nessa linha no caso do Ceará.

Os trabalhos existentes nestas áreas avaliaram a variabilidade da chuva e o zoneamento agroclimático do estado do Ceará apontando as regiões do Nordeste com maior escassez de chuva (LEMOS, 2010 e SULIANO, 2009).

O trabalho de Lemos (2010) confirma a instabilidade climática do Ceará, pois as produções de arroz, feijão, mandioca e milho no Ceará ocorreram de forma bastante irregular ao longo do período compreendido entre os anos de 1947 e 2008. Esta instabilidade decorre de padrões de rendimento igualmente instáveis, devido à influência que a precipitação de chuvas exerce numa agricultura ainda pouco tecnificada, influenciando na produção agrícola do Estado. Por outro lado, Suliano (2009) mostrou que as diferentes culturas de produção cearense dependem da média de precipitação anual para o desenvolvimento do cultivo. O autor constatou uma influência da precipitação sobre o PIB do Estado, além de algumas outras atividades como comércio e serviços poderem ser influenciadas por uma situação de seca. Neste contexto, deve ser necessária a adoção de políticas que busquem a redução dos impactos dos eventos climáticos extremos, como a própria recuperação dos recursos naturais, e o reequilíbrio natural, visto que o clima é uma variável exógena, mas que pode ser agravado pelas atividades humanas (SULIANO, 2009).

Entretanto, o presente trabalho se diferencia dos já existentes pelo estudo local e regional da chuva em municípios específicos que tem como característica maiores práticas agrícolas e uma concentração de estabelecimentos familiares. Nesse contexto, este trabalho se justifica, pois se faz necessário aprofundar os conhecimentos e as relações dos fenômenos atmosféricos que produzem chuvas que influenciam a produção de arroz, feijão e milho por agricultores familiares na região do nordeste brasileiro, sujeitos a secas severas que resultam na redução da produção agrícola, influenciando no desenvolvimento urbano e rural dos municípios do semiárido. Assim, os resultados do presente estudo poderão auxiliar na minimização dos riscos relacionados aos fenômenos climáticos por meio da análise da precipitação e permitir a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes ciclos de cultivares produzidos pela agricultura familiar

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar a influência da precipitação nos cultivos de milho, feijão e arroz produzidos por agricultores familiares, em seis municípios do estado do Ceará, que apresentam maior prática agrícola, e verificar a importância da intensidade da chuva nas diferentes fases fenológicas dos cultivos tendo em conta a variação espaço-temporal da chuva que podem afetar o ciclo de vida destes cultivos.

### **2.2 Objetivos específicos**

Dessa forma, os objetivos específicos são:

- a) Identificar a distribuição da porcentagem dos estabelecimentos de agricultura familiar e da porcentagem da área de agricultura familiar por municípios do estado do Ceará;
- b) Selecionar os municípios que concentram agricultores familiares com produção de milho, feijão e arroz no estado do Ceará;
- c) Mapear e quantificar a distribuição da quantidade produzida, área plantada e colhida de milho, feijão, arroz por município no estado do Ceará no período de 1990 até 2014;
- d) Analisar a distribuição espacial e temporal da precipitação no estado de Ceará, identificando os sistemas atmosféricos climatológicos que influenciam na variabilidade da chuva, dando ênfase aos municípios com concentração de agricultores familiares dos cultivos estudados;
- e) Elaborar calendários agrícolas com as etapas de plantio e colheita, relacionando com os dados de chuvas mensais e decendiais para os municípios de estudo e todo o Estado do Ceará.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

A revisão da literatura abordará os conceitos do clima e dos fenômenos atmosféricos, a caracterização de agricultura familiar no contexto histórico e os tipos de cultivos do estudo no Ceará.

#### **3.1 Sistemas atmosféricos que influenciam na precipitação do Ceará**

O interesse do ser humano pelas questões climáticas é bastante antigo e deriva das repercussões dos fenômenos atmosféricos no desenvolvimento das atividades humanas (SANT'ANNA, 1998).

As análises climatológicas e meteorológicas segundo Ayoade (1996) são de grande importância para o estudo do ambiente, pois “os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera”.

Mendonça e Danni-Oliveira (2007) entendem os elementos climáticos como os atributos físicos que caracterizam as propriedades geográficas de um dado local, sendo representados pela temperatura, umidade, pressão, precipitação, vento e nebulosidade que dependendo da sua intensidade podem se manifestar como tempestades, secas, ondas de calor e frio, de acordo com a diversidade geográfica.

Assim, apresentam-se os principais sistemas atmosféricos que influenciam o clima e o padrão de chuvas no Nordeste do Brasil e conseqüentemente no Ceará: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), as Linhas de Instabilidade, as Ondas de Leste e as Brisas marítimas e terrestres, assim como também fenômenos de variabilidade interanual: El Niño/La Niña e o Dipolo do Atlântico (UVO e BERNDTSSON, 1996).

##### **3.1.1 Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)**

A ZCIT é uma faixa de nebulosidade que corresponde à convergência dos ventos tropicais que são os aliseos dos hemisférios norte e sul, os quais vem das direções nordeste e sudeste, respectivamente. Os ventos que ali convergem, ascendem às camadas superiores da atmosfera, uma vez que trata-se de uma zona de alta instabilidade, dando origem a um cinturão de nuvens identificável através das imagens de satélite meteorológicos (UVO, 1989).

A Figura 1 mostra uma imagem de satélite meteorológico da região Nordeste do Brasil, na qual pode-se observar uma faixa de nuvens associadas a ZCIT.

**Figura 1.** ZCIT mostrada através das imagens do satélite METEOSAT-7.



Fonte: FUNCEME, 2006.

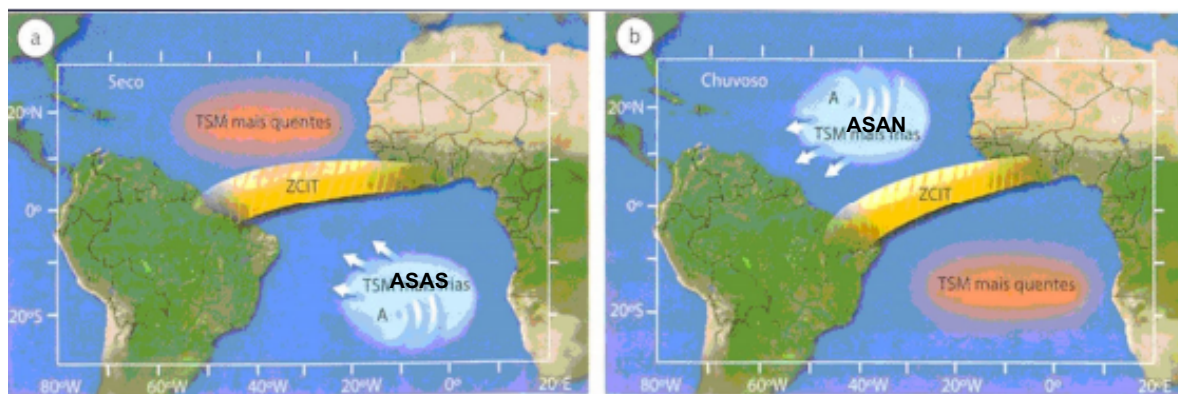
O posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é de extrema importância na definição da qualidade da quadra chuvosa sobre o setor norte do Nordeste do Brasil. Na região do Atlântico Equatorial, a ZCIT migra sazonalmente, em anos considerados normais, de sua posição mais ao norte (em torno de 14° N), durante agosto-setembro, para sua posição mais ao sul (em torno de 2° S) durante março-abril (MELO et al., 2009).

Dentre os estados nordestinos que mais recebem a influência da ZCIT estão: norte e centro do Maranhão e Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e sertões da Paraíba e Pernambuco. Nestas áreas, a estação chuvosa vai de janeiro a junho com máximos de precipitação durante março e abril, meses nos quais a ZCIT atua de forma intensa sobre a região (MELO, 1997).

Considerando a influência dos sistemas de alta pressão do oceano Atlântico no comportamento da ZCIT, Hastenrath e Heller (1977) enfatizaram que as estações chuvosas extremamente deficientes ou abundantes no nordeste brasileiro (NEB) estariam relacionadas com o deslocamento das Altas Subtropicais do Atlântico Sul (ASAS) e Norte (ASAN) respectivamente. Em anos secos a ZCIT tende a se posicionar ao norte de sua posição climatológica devido à expansão da ASAS em direção ao equador e a retração da ASAN em direção as latitudes mais altas do Atlântico Norte (Figura 2.a). O inverso ocorre nos anos chuvosos, existe o deslocamento da ASAN em direção ao equador e a retração da ASAS em

direção às latitudes mais altas do Atlântico Sul. Este padrão possibilita o deslocamento da ZCIT para o sul da posição climatológica (Figura 2.b).

**Figura 2.** Esquema mostrando, de maneira simples, os padrões oceânicos e atmosféricos que contribuem para a ocorrência de anos secos (a) e chuvosos (b), na parte norte da região Nordeste do Brasil. Fonte: Adaptado de Nobre e Molion, 1988.

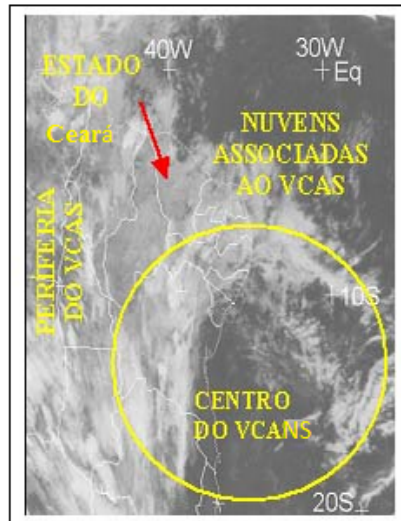


As temperaturas da superfície do mar (TSM) também contribuem no aumento ou diminuição das altas pressões sobre o oceano Atlântico. O trabalho de Hastenrath (1978), além de associar a seca no estado do Ceará às condições de TSM mais frias no Atlântico Sul (anomalias negativas) e uma região de águas mais quentes no Atlântico Norte (anomalias positivas de TSM), também mostrou desvios positivos de TSM no Pacífico Leste.

### 3.1.2 Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis do Nordeste do Brasil (VCANs)

Os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCANs) são caracterizados por centros de baixa pressão atmosférica e se originam na alta troposfera. Na imagem de satélite um VCAN próximo à região do Nordeste pode ser identificado através de nuvens de grande desenvolvimento vertical na região oeste e noroeste do centro do vórtice (Figura 3) (FERREIRA et al., 2009).

**Figura 3.** Imagens do satélite METEOSAT-7, canal infravermelho mostrando a banda de nebulosidade associada a um VCAN em um círculo (linha amarela) no Ceará.



Os VCANs que penetram na região Nordeste do Brasil formam-se no oceano Atlântico Tropical, principalmente entre os meses de novembro e março, e sua trajetória normalmente é de leste para oeste, com maior frequência entre os meses de janeiro e fevereiro, conforme demonstrado por Gan e Kousky (1982).

Os mecanismos de formação dos VCANs de origem tropical que afetam o Nordeste do Brasil foram estudados por Kousky e Gan (1981), os autores sugerem que a penetração de sistemas frontais, devido a forte advecção de ar quente no seu lado leste, induzem a formação dos VCANs. Esta advecção amplifica a crista de nível superior, e conseqüentemente o cavado a leste formando, em última instância, um vórtice ciclônico sobre o Atlântico. De acordo com esse modelo, observam-se a existência de convergência no centro do vórtice na alta troposfera, movimentos verticais subsidentes no setor frio e divergência na baixa troposfera.

Análises climatológicas da frequência dos VCANs na região Nordeste do Brasil têm sido realizadas em diferentes períodos de anos: 1987-1995 (CALBETE et al., 1996) e 1997-2002 (VALVERDE et al., 2004), tendo como base principal as imagens de satélite GOES-8 e Meteosat, as análises de saídas de modelos numéricos (NCEP e ETA) e dados de precipitação. Todos os estudos confirmaram que a maior frequência de VCANs ocorre na época de verão, com maior número no mês de janeiro (aproximadamente 20 casos). Além disso, foram detectados VCANs com duração de até 15 dias, como foi o caso que ocorreu em março de 1991 (CALBETE et al., 1996).



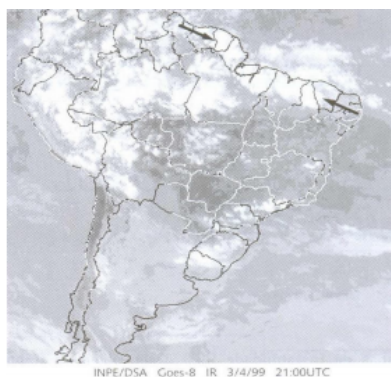
### 3.1.3 As Linhas de Instabilidade (LIs)

As Linhas de Instabilidade (LIs) são um aglomerado de nuvens causador de chuvas, sendo essas nuvens geralmente do tipo cúmulos, que se organizam em forma de linhas (SOUSA, 1998).

Na maioria das vezes as LIs estão associadas à circulação da brisa marítima (KOUSKY, 1980; CAVALCANTI e KOUSKY, 1982; COHEN et al.,1995). Como esses sistemas têm uma escala temporal associada à variabilidade diurna (brisa marítima e aquecimento terrestre), a máxima atividade convectiva ocorre no final da tarde (21 00 UTC). A Figura 4 ilustra uma linha de instabilidade que pode ser observada na imagem de satélite através de uma faixa (linha) de nebulosidade sobre o Norte da região Nordeste.

As LIs desenvolvem-se frequentemente na costa norte-nordeste do Brasil e podem se propagar para o interior do continente, causando quantidades apreciáveis de precipitação (COHEN, 2009). A maior frequência de LIs ocorre nos períodos de janeiro a maio e de junho a dezembro. Porém, elas se formam na sua posição mais ao sul, no mês de março, e na sua posição ao norte, no mês de agosto. Durante esse último período, a LI desenvolve-se mais a oeste e ao norte, ao longo da costa, atingindo a Venezuela, as Guianas e a parte norte do Brasil (CAVALCANTI e KOUSKY, 1982).

**Figura 4.** Imagem de satélite no canal infravermelho. As setas indicam a localização de linha de instabilidade na costa norte-nordeste brasileira.



Fonte: INPE/DAS, GOES-8,1999.

### 3.1.4 Ondas de Leste

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) ou Ondas de Leste é um dos sistemas meteorológicos mais importantes no que se diz respeito ao regime de precipitação em muitas regiões tropicais do globo, e pode ser definido como perturbações sinóticas associadas a cavados (um cavado, em meteorologia, é uma região alongada de relativa pressão atmosférica baixa, frequentemente associados com frentes) e à temperatura elevada da superfície do mar (CHOU, 1990) e tendo como consequência uma umidificação da camada atmosférica, aumento de nebulosidade e precipitação (COUTINHO e FISH, 2007; PAIVA NETO, 2003; MOTA, 1997).

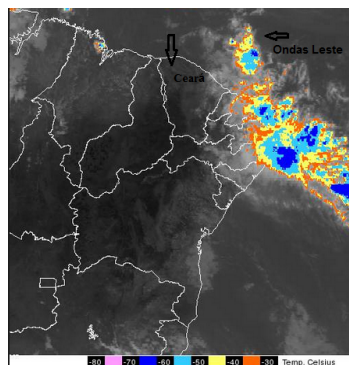
Normalmente, os DOLs configuram-se em baixos níveis (~850-700 hPa.), onde apresentam cavados, e sua nebulosidade é caracterizada por nuvens geralmente convectivas, que se deslocam de leste para oeste sobre os oceanos tropicais, atingindo áreas continentais, como o leste do Nordeste do Brasil (ESPINOZA, 1996; VAREJÃO-SILVA, 2005).

Os DOLs causam transtornos, que vão da destruição de bens materiais até a perda de vidas humanas, especialmente em função dos impactos que as fortes chuvas causam, tais como inundações e deslizamentos de terra, que ano após ano têm assolado a população do leste do nordeste brasileiro. Em junho de 2010, a título de exemplo, este sistema sinótico esteve diretamente envolvido na tragédia que arrasou parte do leste de Pernambuco e Alagoas, quando vários rios transbordaram, depois da chuva extremamente intensa, a anomalia positiva de precipitação em algumas áreas da Zona da Mata de Alagoas e de Pernambuco superou 200-300 mm naquele mês (INMET, 2011).

Segundo Ferreira e Mello (2005), em condições oceânicas e atmosféricas favoráveis, esse sistema provoca chuvas no Ceará nos meses de junho, julho e agosto.

As ondas de leste também podem ser identificadas através de imagem de satélite no canal infravermelho como mostrado na Figura 5.

**Figura 5.** Onda leste no nordeste do Brasil mostrada através de imagem do satélite GOES 12.



Fonte: INPE/CPTEC/DSA.

### 3.1.5 EL NIÑO e LA NIÑA

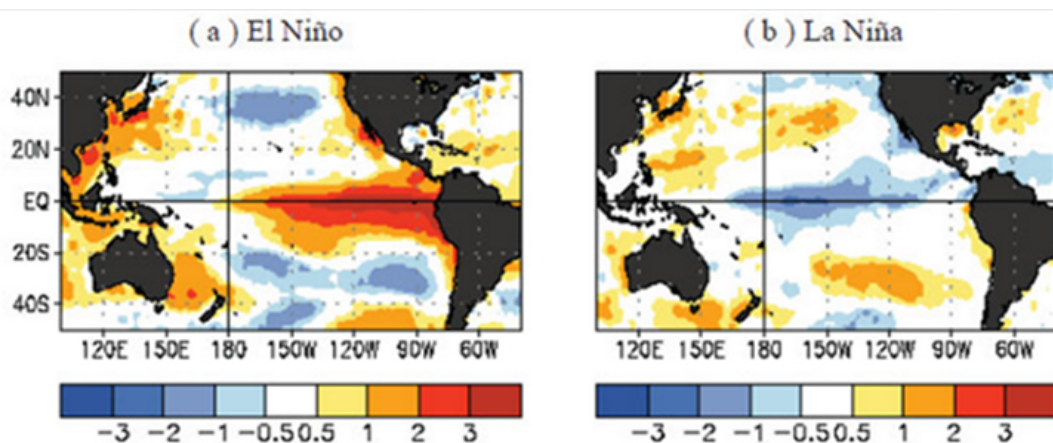
Pode-se dizer que a principal fonte de variabilidade climática interanual global é o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS), uma oscilação acoplada do oceano-atmosfera, que produz alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical, principalmente no oceano Pacífico, mas com reflexos em muitos lugares do planeta, incluindo o Brasil. As fases dessa oscilação são denominadas episódios de El Niño e La Niña (GRIMM,1998).

O El Niño é o aquecimento anormal do Oceano Pacífico Equatorial que, combinado com o enfraquecimento dos ventos alísios na mesma região, provoca mudanças na circulação atmosférica. A La Niña é um fenômeno que se caracteriza por ser oposto ao El Niño, ou seja, é o resfriamento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, por esse motivo é conhecido como episódio frio (OLIVEIRA, 2001).

As anomalias de circulação e transporte de umidade associadas a eventos ENOS explicam as anomalias de chuvas observadas. Em função dos ventos alísios, uma circulação secundária da atmosfera nessa região é conhecida como célula Walker no sentido leste - oeste (ramo ascendente de ar na parte oeste do Pacífico Tropical). Assim, faz com que a parte oeste do Oceano Pacífico, seja uma região de chuvas frequentes, e de forma oposta, a parte leste, costa na América do Sul, seja uma região de escassas chuvas (CUNHA,1999). Há também anomalias de circulação divergente de Hadley, que atua no sentido meridional (ramo ascendente sobre os trópicos e ramos descendentes nas latitudes subtropicais), mantida pela liberação de calor latente de condensação na ZCIT, proveniente do transporte pelos ventos alísios carregados de umidade. Durante um El Niño forte as temperaturas oceânicas podem

variar entre 1°C e 3 °C centígrados, acima do normal entre a data da linha e a costa oeste da América do Sul (Figura 6a). Estas áreas que são excepcionalmente quentes coincidem com regiões de chuva tropical acima da média. Durante La Niña as temperaturas variam entre -3 °C e -1 °C, abaixo do normal entre a data da linha e a costa oeste da América do Sul (Figura 6b). Esta grande região de temperaturas abaixo da média coincidem com área de chuva tropical muito abaixo da média.

**Figura 6.** Anomalias da temperatura da superfície do mar representando (a) o evento de El Niño de 1998, e (b) o evento de La Niña de 1989. Os tons vermelhos indicam regiões com temperaturas oceânicas acima da média climatológica e os tons azulados as regiões com temperaturas abaixo da média.



Fonte: NOAA. *Climate Prediction Center*

([http://www.cpc.noaa.gov/products/analys\\_monitoring/ensocycle](http://www.cpc.noaa.gov/products/analys_monitoring/ensocycle)).

Segundo o estudo de Bezerra (2004) em 1995 e 1998 foram anos de fenômenos oceânico-atmosféricos, de La Niña e El Niño respectivamente, e verificou que na ocorrência de La Niña, ao contrário do El Niño, o fenômeno contribui para que ocorra precipitação pluvial acima do normal no Norte do Nordeste do Brasil.

No nordeste brasileiro, em anos de La Niña, as áreas mais localizadas ao sul desta região, tendem a receber um índice mais significativo de chuvas, entre os meses de novembro a janeiro (pré-estação chuvosa) (ALVES e RAPELLI, 1992). Nos anos de La Niña 1971, 1973, 1985 e 1988, o setor norte do nordeste apresentaram chuvas superiores à média (GRIMM et al., 1998).

## **3.2 A agricultura familiar**

### **3.2.1 A agricultura familiar, políticas públicas e risco**

A agricultura familiar brasileira sofreu um processo de diferenciação social intenso a partir da consolidação do padrão de desenvolvimento resultante da modernização da agricultura, ocorrida na década de 1960 (SCHRODER, 2010). Neste contexto, a Revolução Verde teve como objetivo a modernização da agricultura que surgiu com o propósito de aumentar a produção agrícola por meio do desenvolvimento de pesquisas em sementes, fertilizantes e na utilização de maquinário. No entanto, muitos pequenos agricultores se prejudicaram por não ter capital ou investimento para acompanhar a produção com novas tecnologias. Por esse motivo, a Revolução Verde foi reconhecida por aumentar a concentração fundiária e a dependência à sementes melhoradas, alterando a cultura dos pequenos proprietários que encontraram dificuldades para se inserir nos novos moldes (EMBRAPA, 2001).

Ao mesmo tempo, entre os anos 1960-70 e 1970-80, o nordeste brasileiro passou por um processo de êxodo rural, onde muitas famílias nordestinas migraram de áreas rurais dominadas pela estagnada monocultura canavieira para áreas urbanas devido à possibilidade de melhores salários e melhores condições de vida: acesso a educação, saúde, moradia e trabalho (WANDERLEY, 2001). Contudo, hoje há uma tendência de retorno à Zona da Mata, ao Agreste e ao Sertão em resposta ao seu dinamismo, com possibilidades de gerar renda em atividades econômicas independente da cana-de-açúcar e de outros tipos de cultivo monocultor. Tal dinâmica nos oferece a oportunidade de entender o mundo rural como um espaço de vida e trabalho, um espaço específico e diferenciado, não isolado que está integrado ao conjunto da sociedade e economia brasileira (WANDERLEY, 2001).

Assim, a permanência do agricultor familiar no campo, meio rural ou roça não são do destino da modernização da agricultura, e sim de suas escolhas, que são influenciadas e integradas por diversas variáveis internas e externas, mas que envolvem as condições de vida, projetos familiares, relações com a sociedade e expectativas geradas (WANDERLEY, 2004).

Ao identificar a agricultura familiar como importante para o desenvolvimento do país, o governo federal instituiu, pelo Decreto N<sup>o</sup> 1.946 de 28 de junho de 1996, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF)<sup>1</sup>, ampliado a partir de 2004<sup>[1]</sup>.

---

<sup>1</sup> Desde que foi criado, em 1996, o PRONAF vem consolidando-se ano a ano como a principal política pública de apoio à agricultura familiar no meio rural brasileiro. Entre 1996 e 2012 aumentaram sistematicamente tanto o número de beneficiários como o montante de recursos financeiros disponibilizados e aplicados em condições especiais pelo programa.

O objetivo das políticas públicas, em sua essência, busca amenizar e equilibrar as externalidades produzidas pelo livre mercado e contribuir para a diminuição da assimetria informacional existente (CALVACANTE, 2009). Por isso, o Estado tem papel importante na adaptação de políticas públicas para a agropecuária familiar. Por exemplo, para dar suporte em anos de extremo climático, o Estado desenvolveu programas e ações com o objetivo de garantir as necessidades dos beneficiários e promover o controle social por meio da disponibilização de um conjunto de instrumentos de política agrícola (crédito rural, compra antecipada da produção, garantia de preços mínimos, seguros), com o fim de apoiar a produção e a comercialização de produtos (GRISA, 2012).

Com o objetivo de reduzir as perdas de produção em função de fenômenos climáticos adversos, o governo federal instituiu o seguro agrícola como parte importante dos instrumentos de política agrícola aos agricultores familiares. Além desse lado redutor do risco, destaca-se ainda a indução à incorporação tecnológica da produção, uma vez que em sua contratação exige-se que a condução de lavouras seja dentro de um patamar tecnológico mínimo (MAPA, 2013).

Assim, a partir de 1995, foram adotadas sucessivas medidas para estimular a expansão do seguro agrícola privado no Brasil. Destaca-se a reestruturação do Fundo de Estabilidade do Seguro Rural (FESR), o qual é destinado à cobertura dos riscos inerentes à atividade agrícola, com autorização, a partir da safra de 2000, do financiamento do prêmio do seguro dentro do crédito rural. Como o pagamento do prêmio normalmente coincide com a época de plantio, essa medida visou desonerar o produtor de uma despesa que ele teria de assumir justamente no momento em que se encontraria mais carente de recurso (MAPA, 2013).

O Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) foi criado no âmbito do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO) para que o produtor pudesse plantar com segurança e também proporcionar uma garantia de renda que deveria vir em primeiro lugar de um trabalho consistente de produção. O SEAF oferece cobertura para seca, chuva excessiva, granizo, geada e outros eventos agroclimáticos e vale para os agricultores familiares que realizam operações de custeio agrícola pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) (MDA, 2014). Se o produtor adotou procedimentos adequados na condução da lavoura e tomou as medidas preventivas que seriam cabíveis, mas houve perdas por evento amparado, então ele poderá recorrer ao SEAF e receber a indenização.

Uma das mais recentes políticas públicas do PRONAF é o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar – PGPaf, que foi criado em 2006 e garante aos agricultores familiares que têm financiamento no âmbito do PRONAF a indexação do financiamento a um preço de garantia igual ou próximo do custo de produção e nunca inferior ao estabelecido na Política de Garantia de Preços Mínimos – PGPM. Assim, os programas de seguro agrícola auxiliam na produção da agricultura familiar e contribuem para o sucesso de outras políticas desenvolvidas para este público.

Para se beneficiar do SEAF, o agricultor deve conhecer as regras do seguro e observar as condições para que não haja problemas na hora da comunicação de perdas. Outra exigência do seguro é de que a lavoura tenha sido plantada e conduzida corretamente, com a observação das condições indicadas pelo zoneamento agrícola. Tem que buscar a orientação da assistência técnica para definir a tecnologia a ser utilizada, assim o plantio deve ser feito nas datas indicadas no zoneamento agrícola e no local previsto. Devem confirmar se há umidade no solo e previsão de chuvas para os dias seguintes, a colheita tem que ser realizada na época recomendada e agilizar os procedimentos de colheita evitando a exposição do produto a intempéries (SAF/MDA, 2016).

Assim, o agricultor precisa observar os cuidados básicos com a lavoura, como adubação, controle de praga, doenças e plantas daninhas, se comprometendo a utilizar a tecnologia adequada para a cultura e ter cuidados com o manejo e o meio ambiente. Mas como a agricultura é uma atividade de risco, às vezes, alguma coisa pode falhar, é nesse momento que podem contar com o apoio do SEAF, na cobertura pela perdas agrícolas superiores a 30% do que foi estimado no momento da contratação do financiamento junto ao banco (SOBER, 2016).

O SEAF envolve algumas linhas de ação que em grande parte dependem fundamentalmente de um conhecimento especializado na agronomia e agroclimatologia que compõem a realidade da agricultura familiar (EMBRAPA, 2016).

O zoneamento agroclimático é fundamental para o funcionamento do SEAF. Envolve um trabalho de mapeamento do território que analisa o histórico do clima e as características do solo e da planta, fornecendo para cada município indicações de data de plantio de forma a reduzir a exposição do agricultor a riscos climáticos. Certificar-se de que existe indicativo de plantio no município para a cultura, para o tipo de solo em que será desenvolvida a lavoura e para o ciclo fenológico da cultivar que será utilizada (MDA, 2015). Agricultores do Semiárido Nordeste devem lembrar que o SEAF não é igual ao Programa Garantia Safra. O SEAF não

depende da Prefeitura, cada agricultor deve ir ao banco fazer o comunicado de perdas, segundo o Ministério de Desenvolvimento de Agricultura.

Nesse contexto, em relação aos riscos, os seguros agrícolas apresentam elevada complexidade, pois o setor agrícola enfrenta ainda riscos adicionais, decorrentes basicamente de eventos naturais adversos, pois fenômenos climáticos podem resultar em prejuízos econômicos mais ou menos relevantes, e da grande oscilação dos preços (BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, P. A, 2011). Dessa forma o seguro agrícola contribui para a diminuição do risco da atividade agrícola, mas não resolve este problema totalmente.

### **3.2.2 A relevância da agricultura familiar no Ceará e sua vulnerabilidade aos eventos extremos.**

De acordo com a legislação, a agricultura familiar é definida pela Lei 11.326/2006<sup>[2]</sup>, como aquela que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos (ALFATIN, 2007):

- Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais, sendo a área mínima necessária a uma propriedade rural para que sua exploração seja economicamente viável;
- Utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- Tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Dos produtos que compõem a cesta alimentar da população local, a agricultura familiar é a grande fornecedora. A tradição do Ceará é de uma estrutura fundiária de minifúndios e pequenas propriedades rurais, daí a base de nossa produção agropecuária ser, em sua maioria, familiar (SEBRAE,2010).

O Estado do Ceará apresenta-se com o maior percentual de áreas semiáridas em seu território, 89 % dos estabelecimentos rurais são de base familiar com atividades agropecuárias diversificadas e, segundo Campos (2004), variam de acordo com a microrregião considerada. A pecuária de caprinos e ovinos está presente em 10 % e 16 % dos estabelecimentos rurais do Estado, respectivamente, merecem destaque, tanto pela área ocupada quanto pela elevada



significação social e econômica para a agricultura familiar do Estado. Contudo, ainda são escassas as informações sobre o perfil e a situação socioeconômica dos agricultores familiares no Ceará, sua caracterização possibilitará a elaboração de políticas públicas adequadas à este grupo.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2006, confirma-se que o Ceará tem 89,6% dos estabelecimentos com atividade de agricultura familiar tendo 43,9% de sua área total, com lucro de 59,3% de Valor Bruto de Produção (VBP), já os estabelecimentos não familiares representavam 10,4% que pertencem à agricultura patronal, e mesmo tendo maior área total do que a familiar sendo 56,9% de hectares, apresenta menor lucro de VBP (40,7%) se comparada com a familiar (Tabela 1).

**Tabela 1.** Número de estabelecimentos familiares, Área e Valor Bruto da produção (VBP) por categoria familiar e patronal no estado do Ceará.

Categorias	Estabelecimentos		Área Total		VBP	
	Número	%	Hectares	%	Mil Reais	%
TOTAL	381017	100	7948067	100	3897456	100
Familiar	341509	89,6	3492419	43,9	2310831	59,3
Patronal	39508	10,4	4455648	56,1	1586625	40,7

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Censo Agropecuário de 2006. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa/ca/default.asp?o=2&i=P>

A agricultura patronal mesmo detendo a maior parte das terras e do financiamento mostra-se menos eficiente do que a agricultura familiar. Aftain (2007) e Abromovay (1997) esclarecem que a agricultura patronal difere da familiar em função da mão de obra utilizada e da gestão da propriedade, logo pode-se afirmar que como características básicas inerentes a agricultura patronal, tem-se a mão de obra assalariada e a forma de gestão. Assim, as propriedades rurais que se caracterizam como familiares são fundamentais para a economia do Ceará, por contribuir para diversificação da produção agropecuária e por possibilitar a desconcentração regional da renda fora dos limites da região metropolitana de Fortaleza (GUILHOTO e SESSO, 2005).

Analisar a influência dos fenômenos atmosféricos e seus efeitos nas chuvas sobre a produção agrícola das principais culturas é de grande importância, pois a expressividade da atividade familiar quantificada pelo PIB do agricultura familiar se torna mais ampla e define

melhor como a produção dos pequenos produtores realmente interfere na economia.

O leque de produtos produzidos pelos agricultores familiares na região nordeste é variado e representativo da diversidade de sistemas de produção existentes: feijão, milho, mandioca, arroz, leite, bovinos de corte e aves, especialmente (BUAINAIN, 1997). A Tabela 2 indica os principais produtos que complementam a produção agropecuária das sub-regiões de agricultura familiar com destaque em vermelho as regiões integrantes do Ceará.

**Tabela 2.** Identificação dos produtos principais e complementares (cultivos) nas regiões de agricultura familiar do Nordeste.

REGIÕES DE AGRICULTURA FAMILIAR		Produto(s) Principal	Produto Complementar
NORDESTE	8-NORTE MARANHENSE	Mandioca	Extração vegetal
	9-LESTE MARANHENSE	Mandioca	Arroz
	10-NORTE PIAUIENSE	Arroz	Pecuária de Leite
	11-CENTRO-NORTE PIAUIENSE	Arroz, feijão.	Pecuária de Corte
	12-SERTOES CEARENSES	Pecuária de Leite	Milho
	13-CENTRO-SUL CEARENSE	Pecuária de Leite	Arroz, Milho
	14-SUL CEARENSE	Milho, Pec. Leite	Feijão
	15-AGRESTE POTIGUAR	Caju	Feijão,mandioca
	16-AGRESTE PARAIBANO	Feijão (Caju)	Pec. Leite e Corte
	17-SERTAO PERNAMBUCANO	Milho	Pec. Leite e Corte
	18-AGRESTE PERNAMBUCANO	Pec. Leite e Corte	Feijão (tomate)
	19-AGRESTE ALAGOANO	Pec. Leite e Corte	Fumo
	20-SERTAO SERGIPANO	Pec. Leite e Corte	Feijão
21-AGRESTE SERGIPANO	Mandioca (laranja)	Pecuária de Corte	
22-VALE SÃO-FRANC.DA BAHIA	Cebola	Pec.Leite de Corte	
23-NORDESTE BAIANO	Feijão (laranja)	Pec. Leite e Corte	

(Fonte: BUAINAIN,1997).

No cultivo agrícola existem sistemas diversificados de cultivos como os temporários (inhame, feijão, mandioca, batata, milho) e as culturas perenes, fruticultura, criação de gado e suas combinações, que se baseiam em uma combinação complexa de várias atividades. Ao lado das culturas tradicionais (milho, feijão e mandioca) como foi mostrado na Tabela 2. Esses sistemas são intensivos, que requerem certo nível prévio de capitalização, acesso ao crédito oficial, disponibilidade de água e micro-clima adequado (BUAINAIN, 1997).

A região semiárida do Nordeste é considerada uma das mais vulneráveis às variações climáticas devido à irregularidade das chuvas, deficiência hídrica, baixa capacidade de adaptação e pobreza da população (MARENCO, 2008, OBERMAIER, 2009). Portanto, diante de um determinado evento climático, o sistema agrícola mais vulnerável é aquele que possui a menor resiliência econômica e social (IGLESIAS et al, 2007).

### **3.3 Descrição dos cultivos de arroz, milho e feijão, e estudos que relacionam a distribuição das chuvas e sua influência na quantidade produzida destes cultivos.**

O conteúdo de água no solo é um dos componentes do ciclo hidrológico que influencia diretamente a quantidade de água disponível para as culturas agrícolas, o que por sua vez afeta o seu desenvolvimento, crescimento, produtividade e a necessidade de irrigação.

Segundo Almeida (1993), de todos os elementos do clima, a precipitação é um dos que mais afeta a produção agrícola, em face de sua grande variabilidade tanto em duração e tempo de ocorrência. Porém, para prover as disponibilidades hídricas no solo necessárias à agricultura não basta considerar somente os dados pluviométricos do período, estes correspondem apenas ao processo de suprimento de água no solo para uso das plantas, é necessário considerar, também, o processo oposto, ou seja, a perda de água do solo para a atmosfera devido à evapotranspiração, fazendo-se o balanço hídrico da água no solo.

Para uma planta completar satisfatoriamente o seu ciclo e expressar seu máximo potencial produtivo, ela requer um volume grande de água. A quantidade de água que as plantas necessitam absorver para realizar os processos fisiológicos ligados à germinação, crescimento, desenvolvimento e produção de grãos depende da espécie vegetal, época e região de cultivo. É necessário conhecer o comportamento de cada cultura em função das diferentes quantidades de água a elas fornecidas, as etapas de seu desenvolvimento de maior consumo de água e os períodos críticos, quando a falta ou excesso de águas ocasionam quedas de produção (BERNARDO, 1989).

A deficiência de água normalmente é o fator mais limitante para a obtenção de produtividade elevada e produtos de boa qualidade, mas o excesso, também, pode ser prejudicial (SILVA e MAROUELLI, 1998).

No estudo de Lemos e Botelho (2013) titulado de “Efeito da Precipitação na Evolução da Produção de Alimentos no Ceará: Desdobramento por Períodos Históricos Recentes”, os resultados mostram que a evolução da produção de arroz, feijão, mandioca e milho no Ceará ocorreram de forma bastante irregular ao longo do período compreendido entre os anos de 1947 e 2008. Esta instabilidade decorre de padrões de rendimento igualmente instáveis, devido à influência que a precipitação exerce numa agricultura ainda pouco tecnificada que com frequência não são bons nas áreas semi-áridas. A pesquisa mostrou que as probabilidades de se obterem rendimentos das culturas acima das respectivas médias históricas são baixas, em decorrência da má distribuição das chuvas. Daí a importância de entender e identificar os

períodos de plantio e crescimento das plantas assim como os momentos onde a disponibilidade hídrica deva estar presente.

Veremos na seção posterior, um aprofundamento da discussão sobre as características de cultivos.

### **3.3.1 - Cultivos**

Para conhecer o comportamento de cada cultura é necessário saber as diferentes quantidades de água que devem ser fornecidas a elas, em que fase precisa de maior ou menor consumo de água durante seu desenvolvimento, e os períodos críticos, podendo com o excesso ou a falta de água ocasionar queda da produção (BERNARDO, 1989).

#### ➤ **Arroz**

No Brasil, o arroz é cultivado em todo território nacional e ocupa posição de destaque do ponto de vista econômico e social entre as culturas anuais (RANGEL, 1995).

O arroz (*Oryza sativa L*), é um produto de grande importância no cenário agrícola brasileiro, um dos países que mais produz, consome e importa arroz no mundo. A área semeada no Brasil compreende cerca de 2,4 milhões de hectares, rendimento superior a 11,3 milhões de toneladas na safra 2012/2013 (CONAB, 2013). Esta cultura é empregada em muitas regiões do país onde seu cultivo é dividido em terras baixas (irrigadas) e altas (sequeiro). O arroz enquadra-se como espécie com grandes necessidades hídricas por unidade de fitomassa produzida (ALONÇO et al., 2005).

O arroz é altamente dependente da oferta de água durante praticamente todo seu ciclo, maiores demandas de água são necessárias no período reprodutivo da cultura, sendo este considerado o período crítico, ou seja, precisa de cerca de 55% de toda oferta de água à cultura nesse período (MEDEIROS et al., 2005).

O arroz de terras altas possui demanda hídrica entre 450 a 700 mm durante todo o ciclo, comportamento dependente do material e do solo a ser utilizado para o cultivo (RODRIGUES et al., 2004).

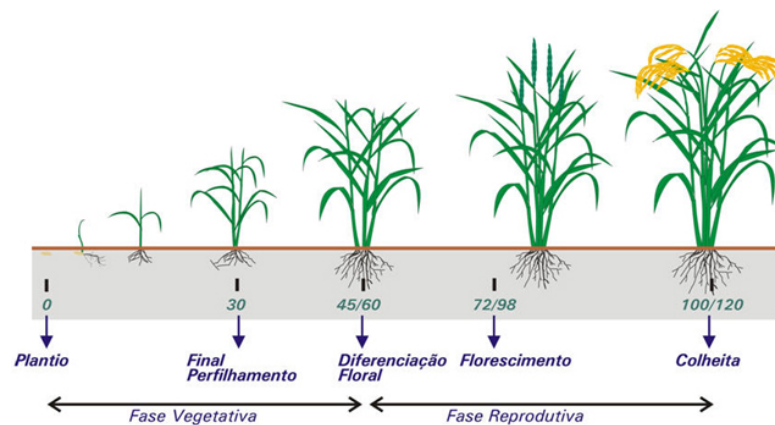
Na região Nordeste, o arroz é cultivado em todos os estados, predominando o ecossistema de sequeiro ou terras altas, o qual, historicamente, tem se caracterizado por apresentar baixos níveis de produtividade e, sobretudo, qualidade de grãos inferior (PEREIRA, CASTRO, MORAIS, 1999).

No ecossistema de várzeas, existem dois sistemas de cultivo principais: a) arroz de várzea com irrigação, o arroz é mais comumente plantado com irrigação por inundação de tabuleiros, e b) arroz de várzea sem irrigação controlada, sem sistematização do terreno e drenagem, numa condição conhecida por várzea úmida, dependente de chuvas. A água da chuva e da enchente dos rios ou afloramento natural do lençol freático são as fontes de água para o desenvolvimento das plantas (RANGEL, 1995). De acordo com o estudo de Pereira (1999), na análise do melhoramento genético do arroz no nordeste, consta que no Ceará, o sistema de cultivo de arroz é de sequeiro e irrigação (PEREIRA et al., 1999).

Nas fases iniciais do desenvolvimento do arroz, o estresse de seca pode causar retardamento da floração. Já na fase de diferenciação floral ou emborrachamento, pode aumentar o índice de esterilidade de espiguetas. A elevação das temperaturas nesta fase, também contribui para a redução na fertilidade, que, por ocorrência de distúrbios fisiológicos na formação dos grãos de pólen, torna-os estéreis, impossibilitando a fecundação e formação dos grãos (WADE et al., 1999).

Entender as fases fenológicas desta cultura pode ajudar a planejar melhor a época de semeadura. O ciclo completo do cultivar tem uma duração de 100 a 120 dias aproximadamente. A Figura 7 mostra as fases fenológicas do arroz, sendo de 0 a 30 dias o plantio, a partir do 30º dia o final do perfilhamento, de 45 a 60 dias a diferenciação floral, 72 a 98 dias o florescimento, e de 100 a 120 dias a colheita.

**Figura 7.** Fase fenológica do arroz com o número de dias de crescimento da semente desde o plantio até a colheita.



## ➤ **Milho**

O milho, por ser tradicionalmente uma cultura típica de pequenas lavouras e por ser cultivado em todo o país, apresenta grande versatilidade de uso dentro de uma propriedade, sendo utilizado tanto para alimentação humana como animal, e é de grande importância para a agricultura familiar (SCHONS et al., 2009).

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea originária da América Central, enquadra-se como cereal de amplo espectro para utilização na alimentação humana e animal como fonte energética. A produção brasileira tem ao longo dos anos alcançado aumentos gradativos na produção devido a parâmetros como: acréscimos em área semeada, tecnologias de produção e condições edafoclimáticas favoráveis (CONAB, 2012).

O milho é cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5,000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma planta durante seu ciclo está em torno de 600 mm (ALDRICH et al., 1982). Nas pequenas propriedades familiares, a utilização de variedades ao invés de híbridos de milho é vantajosa, pois as variedades permitem o uso de sementes próprias em cultivos subsequentes, e assim o custo de produção é menor (SCHONS et al., 2009). No Estado do Ceará a cultura do milho é desenvolvida, geralmente, associada ao feijão e a outras culturas de subsistência, por pequenos produtores familiares, predominando os estratos de área menores que 50 ha.

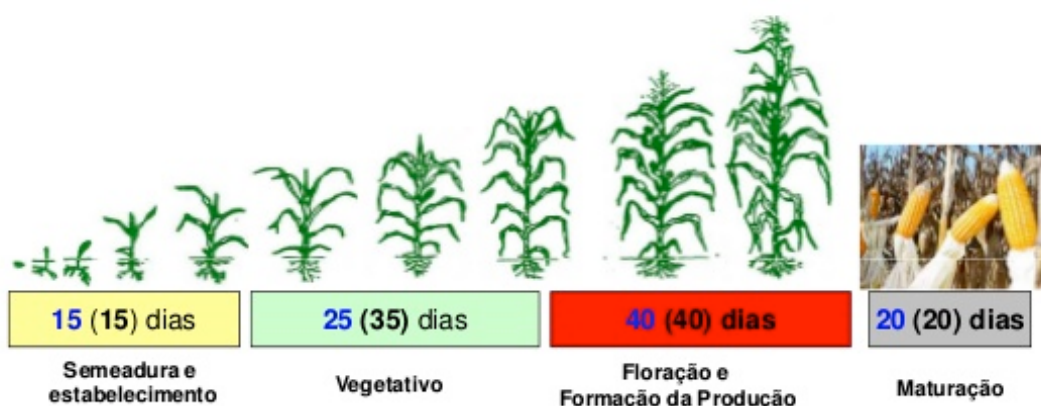
Este cultivo expressa alta sensibilidade a estiagens, logo a ocorrência de períodos com redução do aporte hídrico às plantas em períodos críticos do desenvolvimento da cultura, florescimento à maturação fisiológica, pode ocasionar redução direta no rendimento final (BERGAMASCHI, et al., 2004), causando por exemplo, segundo Bergamaschi et al., (2006), a redução do número de grãos por espiga, o que resulta uma redução gradual do rendimento final de grãos.

A deficiência hídrica antecedendo a emissão das anteras pode resultar em redução de 50% no rendimento de grãos e em pleno florescimento ocasiona queda de 20% a 50% em período de 2 a 8 dias, respectivamente (PEGORARE et al., 2009). Dois dias de estresse hídrico no florescimento diminuem o rendimento em mais de 20 %, quatro a oito dias diminuem em mais de 50%. O efeito de falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estágios de desenvolvimento da planta: a) iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência, quando o número potencial de grãos é determinado; b) período de fertilização, quando o potencial de produção é fixado, nesta fase, a presença da

água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico; c) enchimento de grãos, quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, onde o estresse resulta na menor produção de carboidratos, o que implica em menor volume de matéria seca nos grãos (MAGALHAES et al., 1995).

A figura 8 mostra a fase fenológica do milho que inicia com a germinação até a semeadura com duração de 0 a 15 dias. O estado vegetativo ocorre durante os 35 dias, logo a floração se dá entre 35 a 40 dias, e após 20 dias ocorre a maturação.

**Figura 8.** Fase fenológica do milho com o crescimento da semente desde a germinação a maturação biológica.



### ➤ Feijão

Originário da América do Sul, México e Guatemala, o feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) é o principal alimento disponível à população brasileira. A espécie feijão-caupi também chamado de feijão fradinho ou feijão de corda é originário da África, tendo sido domesticado nas regiões semi-áridas deste continente, onde ainda se encontram as áreas de maior produção, associadas ao sorgo e ao milho, constituindo-se em uma das principais fontes de subsistência alimentar (FREIRE FILHO et al., 2002). Esta cultura foi introduzida no Brasil no século XVII pelos colonizadores portugueses, espanhóis e escravos africanos, provavelmente no Estado da Bahia (ARAÚJO et al., 1984).

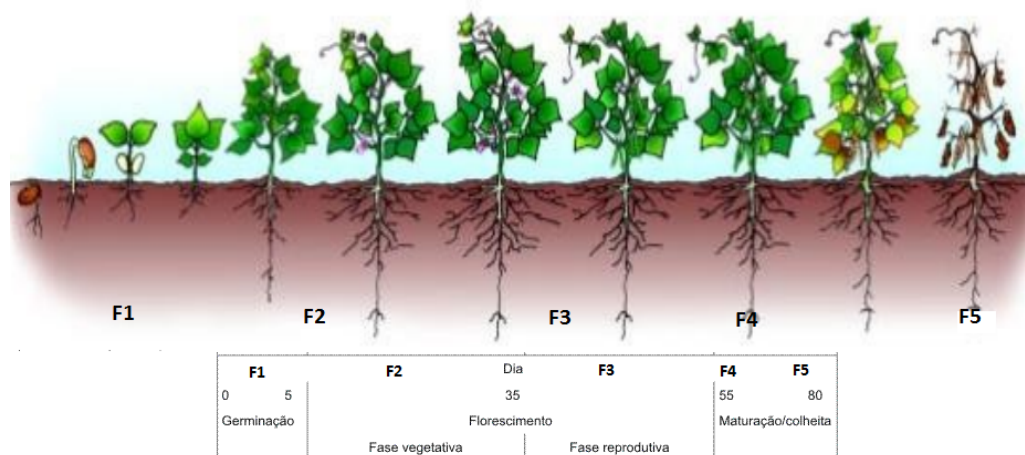
A produção nacional, anualmente, situa-se em torno de 482 mil toneladas (SILVA, 2009), sendo Piauí, Ceará e Bahia os maiores produtores nacionais dessa leguminosa, onde

predomina limitações de disponibilidade hídrica, condição esta que o feijão-caupi se adapta muito bem pela sua rusticidade. Porém, se adapta também ao clima quente e úmido como da região Norte (BEZERRA et al. 2008). A maioria dos produtores de feijão caupi é composta de pequenos agricultores, em sistema de parceria e em nível de subsistência (ANDRADE JÚNIOR et al., 2007).

Exigente por clima tropical de temperatura média de 25°C (18° a 30°) chuvas mensais de 100 mm de forma distribuída, o feijão é sensível ao estresse hídrico, com reduzida capacidade de recuperação e sistema radicular pouco desenvolvido (BACK, 2001). Os efeitos prejudiciais à planta pela deficiência de água são observados na floração, ocorre queda de flores e reduz o número de legumes por planta. Estudos demonstram que os déficits hídricos por período de 14, 17 e 20 dias, reduzem o rendimento em 20, 38 e 52%, respectivamente (BACK, 2001). Assim, não se pode deixar faltar água para o feijão-caupi em dois períodos críticos, o período que antecede a floração e o período de enchimento dos grãos (ARAÚJO e WATT, 1988). A época de semeadura depende do início das chuvas.

Na figura 9 observa-se a fase fenológica do feijão, da germinação até a maturação plena, sendo o F1 de 0 a 5 dias, o início da germinação, em F2 ocorre a pré-floração de 5 a 35 dias, no F3 o final da sua floração de 35 dias a 55 dias, logo em F4 a maturação dos grãos no período de 55 a 60 dias, e o desenvolvimento final do feijão ocorre no F5, a partir de 60 dias, estando pronto o feijão para a colheita.

**Figura 9.** Fase fenológica do feijão mostrando o crescimento da semente da emergência a maturação plena. Fonte: EMBRAPA.





### **3.3.2 – Estudos que relacionam a distribuição das chuvas e sua influência na quantidade produzida destes cultivos.**

Bergamaschi et al. (2004) constataram que pode haver redução de produtividade, mesmo em anos climaticamente favoráveis, se o déficit hídrico ocorrer no período crítico, ou seja, da pré- floração ao início de enchimento de grãos. O milho é extremamente sensível ao déficit hídrico, em decorrência dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos (SHUSSLER e WESTGATE, 1991; ZINSELMEIER et al., 1995), além da elevada transpiração, decorrente da máxima área foliar e da elevada carga energética proveniente da radiação solar.

Távora et al. (1990) concluíram que a escassez de água exerce influencia negativa na produção do milho, principalmente quando imposta na fase reprodutiva, sendo o efeito mais acentuado nas condições de monocultivo do que de plantio consorciado.

Cirino (2013) no seu trabalho de “Efeito das secas sobre a produtividade agrícola nos municípios da região nordeste” apontam que, nos anos de registro de secas, as culturas sofrem relativas perdas de produtividade e, dentre todas, a do milho é a mais prejudicada. Ainda que tenham sofrido perdas, as culturas da mandioca e da cana-de-açúcar são mais tolerantes a baixos e irregulares regimes de chuva.

França et al. (1999) verificaram que a ocorrência de déficit hídrico durante o crescimento vegetativo ocasionou atraso nos estádios fisiológicos seguintes, afetando negativamente o índice de área foliar (IAF). Na cultura do milho, condições de estresse durante o período vegetativo afetam a produção de matéria seca das plantas, com reflexo no rendimento de grãos (MAAS, 1993; SCHILD et al., 1999). No entanto, alguns estudos demonstram que as plantas de milho apresentam capacidade de recuperação depois de determinados níveis de desfolha nas fases iniciais de desenvolvimento (HICKS et al., 1977; PIPER e WEISS, 1993; SHAPIRO et al., 1986).

No estudo de Silva e Neves (2011), a produção de feijão e os maiores veranicos para a mesorregião do Ceará apresentaram comportamento contrário. As estiagens estão relacionadas com a redução na produção de feijão, a semelhança do constatado para o milho. Esses resultados estão de acordo com Oliveira et al., (2005), em que atribuem as baixas produções de feijão às condições adversas do meio ambiente, dentre elas o clima, importante para a semeadura do feijão, que é muito dependente da chuva; quando atípico, com chuvas irregulares, acarreta decréscimo significativo na produção.

O estudo de Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará realizado por Andrade (2007) diz que independentemente da capacidade de retenção de água do solo, a semeadura no período de 21 a 31 de janeiro mostrou-se favorável para o cultivo de feijão-caupi em praticamente todo o Estado do Ceará, notadamente para os municípios localizados na região centro-sul do Estado. Para os municípios situados ao norte do Estado, é recomendado que o cultivo de feijão-caupi seja efetuado, preferencialmente, de 1º a 10 de março, uma vez que o período chuvoso se estende durante os meses de abril a maio e com a vantagem adicional da colheita das vagens ocorrer no início da estação seca.

Dos cultivos escolhidos para o estudo, o feijão é o que mais se adapta às condições climáticas da região do Nordeste, contudo o arroz também é a cultura que exige maior média de chuvas para produzir acima do rendimento histórico (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003).

No estudo de Pinheiro e Lemos (2015) verificaram a vulnerabilidade da cultura de arroz do semiárido do Ceará em relação à pluviosidade, obtendo-se a correlação entre a produção de arroz com a pluviosidade e a produtividade em kg/ha, e também o índice de resiliência da cultura à pluviosidade com dados de 1947 a 2013. O ano de 1995 foi o ano com maior produção de arroz observado, então seu valor de resiliência foi de 100%. No ano de 1958, é o ano onde ocorreu a pior produção observada na série, logo seu valor de índice de resiliência foi bem pequeno, se comparado com o ano de 1995. Os índices de resiliência obtidos, máximo e mínimo foram encontrados nos mesmos anos em que a pluviosidade foi considerada ótima (para resiliência máxima) e uma pluviosidade irregular (para resiliência mínima), confirmando a importância das chuvas na região para um adequado desenvolvimento das culturas, no caso específico deste trabalho, da cultura do arroz.

O estudo de caracterização do risco climático para a cultura do arroz de terras altas no estado do Ceará realizado por Santana (2007) detalhou áreas e períodos mais apropriados ao cultivo do arroz de terras altas com a distribuição de precipitação pluvial na fase de florescimento/enchimento de grãos, além da evapotranspiração potencial, coeficiente de cultura, capacidade de armazenamento de água no solo e fases fenológicas da cultura. Os resultados obtidos foram que as semeaduras do arroz de terras altas realizadas nos meses de dezembro e janeiro apresentam-se com uma maior probabilidade de sucesso, baixo risco climático, principalmente, ao norte e sul do Estado. A região central do estado caracterizou durante todo o ano, como área de alto risco climático para o cultivo do arroz de terras altas.

### **3.4 - Zoneamento agroclimático**

No Brasil, os estudos de zoneamento agroclimático são muito mais recentes, sendo grande parte deles desenvolvidos após a década de 1990, especialmente os realizados pela EMBRAPA. O zoneamento voltado para as atividades agrícolas podem ser divididos em quatro categorias: Zoneamento Agroclimático; Zoneamento Agrícola; Zoneamento Agroecológico ou Edafoclimático; e Zoneamento de Riscos Climáticos, de acordo com as considerações feitas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010).

O zoneamento agroclimático constitui uma importante ferramenta para o planejamento da agricultura com vistas à sua utilização racional, de modo que venha a refletir na otimização dos investimentos (CASTRO, 2010). Na análise de risco, propõe identificar áreas de maiores e menores riscos climáticos, é indicado para definir melhor a época de plantio, identificar áreas com maior potencial de produtividade, e as informações sobre o zoneamento agrícola de risco climático são divulgadas na forma de portarias, publicadas no Diário Oficial da União e também por meio eletrônico, através da internet (MAPA, 2016). As portarias que divulgam zoneamento agrícola de risco climático também indicam anualmente as cultivares adaptadas às diversas regiões e que possuem disponibilidade de sementes certificadas, de acordo com informações encaminhadas pelos produtores de sementes (obtenedores ou mantenedores) à Coordenação Geral de Zoneamento Agropecuário. Para indicação no zoneamento, é necessário que as cultivares estejam devidamente registradas no Registro Nacional de Cultivares – RNC do MAPA. Para isso, contudo, sua atualização se faz necessária (CAMARGO et al., 1974; ROCHA, 1997; SEDIYAMA et al., 2001).

Portanto, para o acompanhamento sistemático do efeito do clima nas culturas agrícolas, é necessário o acesso ágil e eficaz, em escala nacional, regional, estadual e municipal, dos parâmetros climáticos que influenciam o desenvolvimento e produtividade das lavouras, tais como precipitação pluviométrica, temperatura, déficit hídrico, ocorrências de geadas e granizos, disponibilidade de água no solo, evapotranspiração real e potencial, estiagem agrícola e veranicos (MAPA, 2016)

Entretanto, o Zoneamento Agrícola, por sua vez, leva em consideração, além dos elementos do clima, a associação de fatores ou critérios como o solo (zoneamento edáfico), e o meio socioeconômico, com o intuito de organizar a distribuição racional das culturas economicamente rentáveis, respeitando as características sociais e culturais de cada região (OMETTO, 1981) servindo, portanto, de base para o planejamento territorial do uso da terra (PEREIRA et al., 2002)

Entre os principais resultados alcançados pelo Programa de Zoneamento Agrícola do MAPA, destacam-se (EMBRAPA,2016):

- redução das perdas de produção agrícola devido a eventos climáticos;
- retorno do capital aplicado em operações de crédito agrícola;
- diminuição de indenizações pagas pelo PROAGRO e por seguradoras privadas.

O zoneamento agrícola também permite determinar a melhor época de semeadura (períodos decendiais) para cada município, onde as fases mais críticas da cultura tenham um probabilidade menor de coincidirem com as adversidades climáticas (como falta de água no solo, temperaturas muito baixas ou muito elevadas prejudiciais às culturas). Ressalta-se, que o zoneamento é um processo dinâmico, pois constantemente surgem cultivares novas, com diferentes exigências climáticas, mais resistentes à doenças, etc. Com isso, torna-se necessário readequar o zoneamento para as novas condições<sup>2</sup>. No ano de 1996, por determinação do Conselho Monetário Nacional CMN, o Banco Central do Brasil publicou resoluções passando a considerar o zoneamento agrícola de risco climático como referência para aplicação racional do crédito agrícola e para o Programa da Garantia Agropecuária – PROAGRO.

Diferentemente de outros zoneamentos existentes, que foram elaborados com base nos conceitos de potencialidade e aptidão, para o zoneamento agrícola de risco climático, além das variáveis analisadas (**clima, solo e planta**), aplicam se funções matemáticas e estatísticas (freqüencistas e probabilísticas) com o objetivo de quantificar o risco de perda das lavouras com base no histórico de ocorrência de eventos climáticos adversos, principalmente a seca, a partir de uma metodologia validada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e adotada pelo Ministério da Agricultura (MAPA, 2016). Desta forma são quantificados os riscos climáticos envolvidos na condução das lavouras que podem ocasionar perdas na produção. Esse estudo resulta na relação de municípios indicados ao plantio de determinadas culturas, com seus respectivos calendários de plantio, orientando o crédito e o seguro à produção (MITIDIARI; MEDEIROS, 2008; ROSSETTI, 2001).

No zoneamento agrícola de risco climático, os dados de produção agrícola no município são fatores a serem considerados. Isto porque é a partir dele que se irá verificar e analisar o histórico de produção para determinada cultura no município e avaliar, portanto, se a região ou o município estudado possuem produções agrícolas bem sucedidas ou

---

<sup>2</sup> [http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=89&Itemid=274](http://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=89&Itemid=274).

recorrência de perdas (MAPA, 2016).

Conforme o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2016), para a elaboração do zoneamento agrícola de risco climático e sua revisão anual, se faz necessário obter as seguintes informações: dados fenológicos das espécies cultivadas, informações sobre produtividade, ciclos de maturação fisiológica e épocas de semeaduras, dados das bases de solos e informações básicas de retenção de água no perfil ao nível de grandes grupos, dados meteorológicos de toda a área em estudo e dados altimétricos. De um modo geral, o Zoneamento é um instrumento de gestão de riscos na agricultura que serve de suporte aos Programas até aqui discutidos e à securitização agrícola (SEAGRI, 2011). Diante da insuficiência dos serviços de assistência técnica no país, o Zoneamento assume uma função importante de orientação coletiva dos produtores. Mais do que um rol de recomendações, o Zoneamento possui caráter compulsório para a participação do produtor no PROAGRO, “PROAGRO Mais” e Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR). Segundo Rossetti (2001) e Cunha e Assad (2001), o Programa de Zoneamento permitiu já em seus primeiros anos a redução das taxas de sinistralidade e o aumento de produtividade das lavouras zoneadas.

O zoneamento agroclimático se preocupa com o macroclima, isto é, com o clima do município, que é determinado pelas observações obtidas em postos meteorológicos padronizados. Assim, ao reconhecer que a variabilidade temporal e espacial das chuvas é um elemento regulador dos rendimentos agrícolas e amparado pela climatologia geográfica, mostra que os níveis de variabilidade do regime e distribuição das chuvas podem explicar grandes alterações na produção do cultivo em diferentes safras e anos agrícolas (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002).

Esse estudo dialoga com o zoneamento agroclimático, por meio da análise de precipitação mensal e decenal de cada município estudado. Ao mesmo tempo se propõe um estudo mais local em vez de regional, com foco em municípios localizados em diferentes zonas geográficas no Ceará, com o objetivo de identificar qual a melhor época de plantio para os cultivos do arroz, feijão e o milho, produzidos pela agricultura familiar no estado. Essa análise se destina a contribuir para o desenvolvimento de medidas de mitigação que possam ser consideradas nos processos de tomada de decisão.

## **4. ÁREA DE ESTUDO, DADOS E METODOLOGIA.**

### **4.1 – Descrição da área de estudo**

O Estado do Ceará está localizado ao norte da região nordeste do Brasil em pleno semiárido (Figura 10), e possui uma área de 146.817 km<sup>2</sup> distribuídos em 184 municípios e limita-se a leste com o Rio Grande do Norte e Paraíba, ao sul com Pernambuco, a oeste com o Piauí e ao norte com o Oceano Atlântico. Sua população aproximada é de 8.448.055 habitantes (IBGE, 2010). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) dividiu geograficamente o estado do Ceará em sete mesorregiões: nordeste cearense, norte cearense, sertão cearense, centro cearense, sul cearense, Jaguaribe, metropolitana de Fortaleza.

Em relação a sua caracterização ambiental, o estado de Ceará é formado por cinco unidades geomorfológicas (Pediaplano, Serras, Chapadas, Tabuleiros Litorâneos e Planícies Aluviais) com altitudes que variam de zero a 1.000 metros (IPLANCE, 1996). As chapadas e os relevos são oriundos de formação sedimentar, as serras são maciços antigos de origem cristalina.

O Ceará detém aproximadamente 93% de seu território inserido na região do semiárido brasileiro (FUNCEME, 2009). Sendo que as regiões no sertão do Estado possuem altas temperaturas médias com ausência de chuvas entre 3 a 4 dos meses do ano, tornando possível a criação de animais, especialmente os caprinos e bovinos, através da construção de açudes e de cultivos temporários que dependem da época das chuvas.

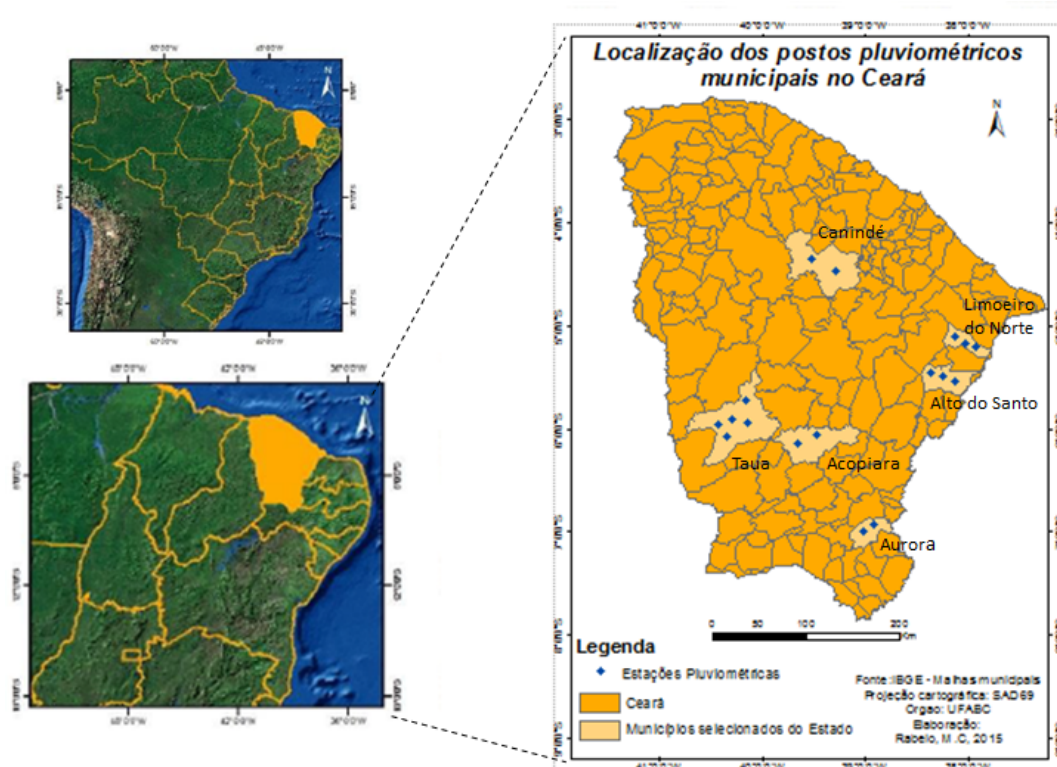
Os cultivos perenes só existem nas regiões com maior pluviosidade ou que possam ser irrigadas, localizando-se próximas a rios importantes como o Jaguaribe que cruza todo o leste do Estado (INCRA/FAO, 2000).

O clima do Ceará é um tipo de clima caracterizado pela baixa umidade, pela irregularidade de chuvas durante o ano, onde as secas são periódicas e os índices pluviométricos são baixos, e temperaturas elevadas em grande parte do ano (FUNCEME, 2009). O que mais identifica o Ceará é a sua inconsistência climática, afetando o planejamento de atividades agropecuárias com a falta de regularidade das chuvas (FUNCEME, 2009).

Os municípios de maior prática de agricultura familiar foram identificados por meio de uma análise prévia realizada pela autora, a partir dos dados do IBGE, e destes foram selecionados dois municípios para a análise de cada tipo de cultivo. A Figura 10 apresenta os

municípios selecionados (cor laranja claro) com maior prática de agricultura familiar, e com a localização das estações pluviométricas (pontos azuis escuros) sendo importante observar a localidade geográfica de cada município. O município de Canindé localiza-se ao norte, Alto do Santo e Limoeiro do Norte ao leste do estado, próximo ao litoral do Estado. Acopiara e Tauá localizam-se ao sudoeste, e Aurora localiza-se na região sul do Estado.

**Figura 10.** Mapa de Localização do Estado do Ceará mostrando os municípios selecionados com maior prática de agricultura familiar, e com a localização das estações pluviométricas.



Em relação aos municípios apresentados no mapa (Figura 10), Limoeiro do Norte, localiza-se na mesorregião do Jaguaribe e situa-se entre dois grandes rios do Ceará (Jaguaribe e Banabuiú), no Baixo Jaguaribe, e dentro das suas atividades agrícolas, o município é considerado como produtor de frutos, e é o maior exportador brasileiro de melão e o segundo maior exportador de abacaxi <sup>3</sup>.

Canindé localiza-se na mesorregião do norte cearense. A produção para a maioria das famílias se destaca pelo milho e feijão, e geralmente a visibilidade para essas culturas é muito

<sup>3</sup> <http://www.adece.ce.gov.br/phocadownload/Agronegocio/folderfrutasadece.pdf>

forte. A fonte de renda ou ganhos em dinheiro das famílias em sua maioria vem da produção agrícola/pecuária com 75,91% na diversificação das fontes de renda<sup>4</sup>.

Tauá localiza-se no sertão cearense, a maioria da população vive da agricultura e pecuária. Parte da população vive dos serviços, dos programas de transferência de renda do Governo Federal, serviço público<sup>5</sup>.

Acopiara localiza-se na região centro-sul, na mesorregião do sertão cearense, tem em sua produção agrícola a maior fonte de renda, muito embora possa-se verificar que a agricultura se apresenta ainda na sua maioria como de subsistência de pequenos produtores<sup>6</sup>.

Alto do Santo localiza-se na microrregião do Baixo Jaguaribe, mesorregião do Jaguaribe. Na agricultura se têm os principais cultivos: algodão arbóreo e herbáceo, caju, arroz, milho e feijão. A pecuária é uma importante fonte de renda, com rebanhos bovinos, suínos e avícolas<sup>7</sup>.

O município de Aurora, sua economia baseia-se em produtos agrícolas: algodão arbóreo e herbáceo, banana, cana-de-açúcar, milho e feijão, além da dinâmica e afluyente apicultura, e na agropecuária os rebanhos de bovinos e suínos e a criação de aves predominam<sup>8</sup>.

A hidrografia do Ceará é influenciada pelo regime de chuvas e pelas formas geológicas, a figura 11 apresenta a distribuição dos rios no Estado. As bacias hidrográficas formadas pelos rios Acaraú, Aracatiaçu, Banabuiú, Coreaú, Curu, Jaguaribe, Parnaíba, Salgado, Cocó e Ceará, além de pequenos rios e riachos resultam em 11 bacias hidrográficas (FUNCEME, 2009).

Destaca-se a importância do Rio Jaguaribe, pois é a maior bacia do Ceará em relação ao suprimento de água para a população cearense, dado que as três bacias que tem como tronco o citado rio respondem por aproximadamente 54% da capacidade de armazenagem de água do Estado do Ceará, algo em torno de 9,4 bilhões m<sup>3</sup>.

O Açude Castanhão localizado na bacia do Médio Jaguaribe, também merece destaque, pois sua capacidade em torno de 6,8 bilhões m<sup>3</sup> responde sozinho por cerca de 40% da capacidade de armazenagem de água do Estado. No Ceará, os rios locais que recebem águas pluviais tornam os rios temporários, pois não dispõem de outras fontes perenes devido

---

<sup>4</sup> <http://sit.mda.gov.br/download/ra/ra085.pdf>.

<sup>5</sup> <https://pt.wikipedia.org/wiki/Tau%C3%A1>

<sup>6</sup> <http://exportacao-importacao.mfrural.com.br/estados/exportacao-commodities-milho-3-1032-ceara-cidade-acopiara.aspx>

<sup>7</sup> [https://pt.wikipedia.org/wiki/Alto\\_Santo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Alto_Santo)

<sup>8</sup> [https://pt.wikipedia.org/wiki/Aurora\\_\(Cear%C3%A1\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Aurora_(Cear%C3%A1))





O segundo conjunto de dados consiste na base das informações estatísticas dos municípios do Estado extraídas do Censo Demográfico Agropecuário no IBGE (2006) e no Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). As informações da base de dados são:

- Área total de agricultura: área disponível para a prática de agricultura familiar e não familiar.
- Área total de agricultura familiar: área disponível para a prática de agricultura familiar.
- Número de famílias agrícolas: predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas, relacionada à unidade familiar.
- Número de famílias não agrícolas: utiliza trabalhadores contratados, fixos ou temporários.
- Estabelecimentos familiares: total do estabelecimento com até quatro módulos fiscais, está relacionado à unidade produtiva.
- Estabelecimentos não familiares: total do estabelecimento com mais de 4 módulos fiscais, dirigido por uma instituição de utilidade pública, governo (federal, estadual ou municipal).
- Quantidade produzida (é o total da quantidade produzida de um cultivo em uma determinada área),
- Área plantada e colhida do arroz, milho e feijão por município para os anos de 1990 a 2014 (hectares).

#### **b) Dados Pluviométricos:**

Foram utilizadas duas fontes de dados:

- Para a análise espacial foram utilizados os dados observados de chuva mensal interpolado em ponto grade para todo o estado do Ceará. Estes dados foram fornecidos pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudo climáticos (CPTEC).

- Para a análise pontual de cada município estudado foi extraída a chuva diária do site da Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME).

A Tabela 3 mostra o tipo de cultivo analisado em cada município, e as estações pluviométricas por município com os detalhes de localização.

**Tabela 3.** Localização geográfica das estações pluviométricas para cada município selecionado no estado de Ceará para avaliar a influência das chuvas nos cultivos de arroz, feijão e milho.

Produção Agrícola	Município	Estação	Latitude	Longitude	Altitude	Período dos dados
Arroz	Aurora	Aurora	06° 56 '	38° 58'	259m	1974 - 2014
		Ingazeira	07° 05'	39° 00'	-	1988 - 2014
	Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte	05° 08'	38° 05'	33m	1974 - 2014
		Sítio Malhada	05° 06'	38° 05'	-	1988 - 2014
		Bixopa	04 ° 59'	38° 12'	-	1988 - 2014
Feijão	Alto do Santo	Alto Santo	05° 31'	38° 18'	77m	1979 - 2014
		Castanhão	05 ° 28 '	38° 24'	-	1994 - 2012
	Canindé	Canindé	05° 48'	38° 18'	160 m	1974 - 2014
Milho	Acopiara	Ebron	06° 16'	39° 35'	319m	1988 - 2014
		Caixa	06° 11'	39° 25'	319m	2000 - 2014
	Tauá	Tauá	06° 00'	40° 17'	402m	1974 - 2014
		AÇ.Varzea Boi	05° 54'	40° 15'	-	1988 - 2014
		Bom Jesus	05° 32'	40° 04'	-	1988 - 2014
		Marruas	05° 57'	39° 53'	-	1988 -2014
		São João do Trissi	05° 50'	40° 28'	-	1988 - 2014

### c) Sistemas computacionais

Os programas utilizados foram o Excel para a elaboração dos gráficos. Os softwares utilizados para a elaboração dos mapas foram o ArcGis e o Grads.

As atividades humanas sempre são desenvolvidas em alguma localidade geográfica e, portanto podem ser geograficamente referenciadas, desta forma, são praticamente infundáveis as possibilidades de aplicações de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Podem também ser desenvolvidas para automatizar processos de entrada, organização, armazenamento, gerenciamento, análises, exibição e distribuição de dados e informações geográficas. Assim o SIG poderá viabilizar:

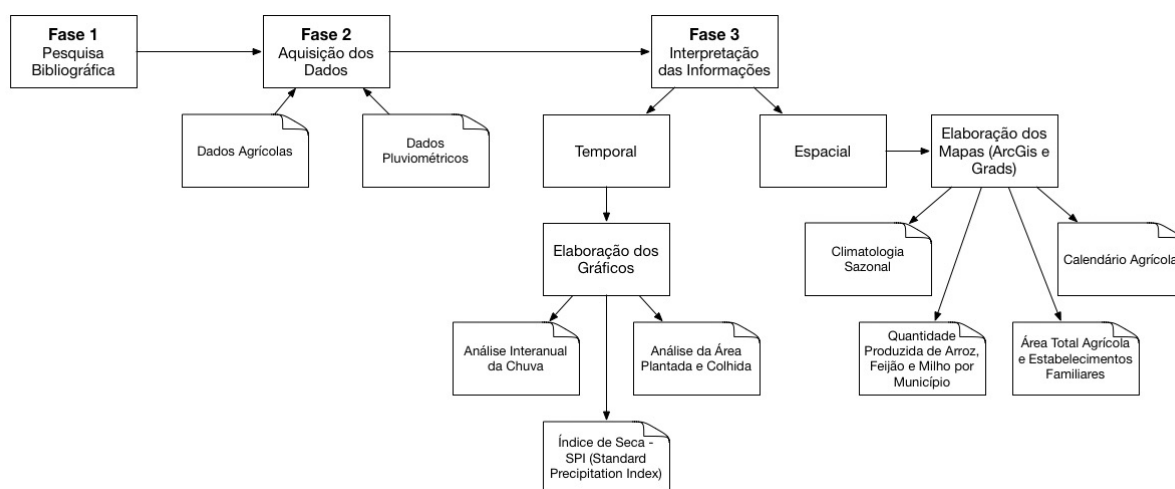
- ✓ A geração de modelos automáticos a respeito do meio ambiente agrícola, fornecendo análise acurada a partir de vários planos de informação geográfica.
- ✓ A base de dados geográficos é um tipo especial de dado, pois agrega além dos dados espaciais (pontos, linhas, polígonos e células pixels), e os dados tabulares que tem como função descrever cada uma das entidades espaciais.

O *Grid Analysis and Display System* (GrADS) é um software interativo utilizado nas tarefas de acesso, manipulação e visualização de dados geofísicos em geral. Possui uma interface programável (*scripting language*) com a qual é possível se desenvolver sofisticadas análises, cálculos de variáveis derivadas e aplicações de visualização automática (interfaces gráficas). O GrADS executa um modelo de dados de 4-Dimensões, onde as dimensões são geralmente latitude, longitude, altitude e tempo (DOTY, 1992)

### 4.3 METODOS

Na metodologia do estudo foram realizadas análises de dados quantitativos, elaboração de mapas e calendário agrícola. A metodologia adotada desenvolveu-se em três etapas: Fase 1) levantamento bibliográfico; Fase 2) Obtenção e formulação da base de dados; Fase 3) interpretação das informações e resultados adquiridos. As etapas metodológicas são apresentadas, de forma esquemática, na Figura 12, e o detalhamento de cada uma das etapas está apresentado nas seções posteriores.

**Figura 12.** Fluxograma da metodologia.



#### 4.3.1- Tratamento de dados e mapeamento da distribuição dos estabelecimentos de agricultura familiar e da área de agricultura familiar no Ceará.

Para analisar um banco de dados em uma base vetorial (arquivo contendo os limites municipais do Estado do Ceará), se necessita definir os sistemas a serem adotados no mapa, deve-se observar em que fuso está a área de estudo, e se esta área não é recortada por uma linha de mudança de fuso. Neste estudo foi utilizada a projeção *Universal Transversal de Mercator* – UTM, zona 24 Sul, *Datum* SAD-69, depois de realizada a conexão dos dados quantitativos e da base espacial, procedeu-se a elaboração dos citados mapas a partir da classificação das feições, limites municipais, escala e legenda.

Os mapas pretendem ser uma generalização do espaço, por isso na elaboração de um mapa, deve-se levar em consideração uma série de fatores, como as próprias questões sobre representações gráficas do instrumento de comunicação. Assim, devemos dar atenção nas questões de visualização e percepção dos itens representados no mapa.

Tendo coletados os dados do IBGE: área total de agricultura, área de famílias agrícolas e não agrícolas, e de número de estabelecimentos familiares e não familiares. Estes dados foram tabulados para a exportação de tabelas. Posteriormente foram calculados variáveis tais como: área total de agricultura familiar (%) e número de estabelecimentos familiares por município (%). As equações 1, 2, 3 e 4 mostram as relações de obtenção das variáveis.

$$(A.T.a) = A.F.a + A.NF.a \quad (1)$$

$$A.T.F.a = \frac{A.F.a}{A.T.a} \times 100 \quad (2)$$

$$(T.E) = E.F + E.NF \quad (3)$$

$$T.E.f = \frac{E.F}{T.E} \times 100 \quad (4)$$

Onde:

A.T.a = Área total de agricultura

A.F.a + A.NF.a = Área de Famílias agrícolas + Área Não famílias agrícolas;

$A.F.a/ A.T.a \times 100 = \text{Área de Famílias agrícolas} / \text{Área Total de Agricultura do Ceará} \times 100$

$E.F + E.N.F = \text{Número de Estabelecimento familiares} + \text{Número de Estabelecimentos não familiares}$

$T.E = \text{Total de estabelecimentos}$

$E.F/T.E \times 100 = (\text{Estabelecimentos familiares} / \text{Total de estabelecimentos no estado do Ceará}) \times 100$

#### **4.3.2- Mapeamento da distribuição da quantidade produzida de milho, feijão e arroz no estado do Ceará.**

O mapeamento foi realizado para todo o estado de Ceará. Como a série de dados compreende o período de 1990 até 2014 foi possível identificar o comportamento da quantidade produzida para cada cultivo ao longo dos anos.

Para gerar os mapas temáticos de quantidade produzida de milho, feijão, arroz se seguiu a metodologia descrita na seção 4.3.1, sendo modificado para um mapeamento espacial e temporal no período desde 1990 a 2014.

#### **4.3.3- Análise da área plantada, colhida e perdida para os cultivos nos municípios selecionados.**

Para a análise foram construídos gráficos comparativos de linhas para área colhida e área perdida, e de barras para a área plantada de arroz, milho e feijão para os municípios em estudo (Tabela 3), no período de 1990 a 2014, para ser relacionadas com a chuva trimestral (janeiro a março).

#### **4.3.4- Análise da distribuição espacial e temporal da precipitação no estado de Ceará, identificando os padrões climatológicos que influênciam na variabilidade da chuva.**

Inicialmente foi construída a climatologia de precipitação do estado do Ceará para o período de 1961-1990, identificando o padrão mensal, trimestral e anual da chuva. Para a elaboração do padrão mensal das chuvas em cada município, foi calculada a média aritmética da chuva mensal para cada mês do ano, e para o período em estudo (1974-2014). O padrão mensal mostra o comportamento médio da chuva de cada mês específico.

O padrão trimestral foi calculado fazendo a soma de três meses (janeiro, fevereiro e março) em cada ano, e logo se fez a média do acumulado trimestral para o período de estudo. Para o padrão anual da chuva, inicialmente se calculou a somatória da chuva mensal dos 12

meses, obtendo-se um acumulado anual, e posteriormente se fez a média aritmética dos acumulados anuais para todo o período de estudo.

A climatologia espacial para todo o Estado do Ceará foi elaborada com os dados interpolados de precipitação do período de 1961 a 1990 utilizando o software Grads.

A análise da chuva para cada município foi feita para cada série de dados das estações pluviométricas, enfatizando o ciclo anual para o período de 1974-2014 na variabilidade interanual, e para o período de 1990 -2014 para o SPI com a quantidade produzida (Tabela 4). Assim, com estes cálculos possibilitou realizar a análise exploratória através de gráficos, que facilitou a percepção do desenvolvimento do regime de chuvas na região, mostrando, assim, os meses com maiores e menores índices pluviométricos.

Os padrões atmosféricos que influenciam a chuva e sua variabilidade foram determinados através de estudos anteriores que já documentaram padrões atmosféricos conceituais na região do Nordeste.

Também, foi analisada a variabilidade interanual da precipitação para detectar tendências de aumento e/ou diminuição da chuva na região de estudo. Na análise da variabilidade interanual e tendências se utilizou o período de estudo (1974 a 2004) para cada um dos seis municípios, e se analisaram as tendências lineares através da análise de regressão linear simples. A análise de tendência temporal avalia as variações e a ocorrência de um suave acréscimo ou decréscimo nos índices de chuva durante anos de uma determinada série estudada.

O modelo de regressão linear simples para estimar a linha de tendência é expresso através da equação (5):

$$y = a + bx \quad (5)$$

sendo:

y - variável em análise

x - tempo

a e b - coeficientes de regressão calculados pelo método dos mínimos quadrados.

Para identificar as significâncias estatísticas das tendências se estabeleceram as seguintes hipóteses para um nível de significância ( $\alpha=0,05$ ):

$H_0$ :  $a = 0$  (Hipótese nula)

$H_1$ :  $a \neq 0$  (Hipótese alternativa)

Sendo “a” o coeficiente da angular da reta, onde pode-se verificar alterações climáticas pelo sinal do coeficiente. Assim,  $a > 0$  significa uma tendência crescente e  $a < 0$  indica uma tendência decrescente (MEYER, 2000). A hipótese nula foi testada através do p-value (valor-p), que é uma medida da significância da equação de regressão. O p-value indica a probabilidade de  $H_0$  não ser rejeitada. Caso o p-value seja menor do que 0,05, rejeitamos a  $H_0$ , o que implica que “a” não é zero e a equação de regressão é eficaz no ajuste da linha de tendência. Quanto mais baixo for o p-value, maior é a evidência contra a hipótese nula, e consequentemente mais significativo será o modelo de ajuste (SPIEGEL, 1978).

O *p-value* é calculado através da seguinte expressão:

$$p_{value} = p [Z > |Z_{obs}|] + p[Z < |Z_{obs}|] \quad (6)$$

$$Z_{obs} = \frac{\hat{A}}{s(\hat{A})} \quad (7)$$

$$s^2(\hat{A}) = \frac{QME}{S_{xx}} \quad (8)$$

Onde:

p é a probabilidade;

Z é um teste de hipótese, que no presente trabalho foi o teste *t student*, o qual é tabelado e depende do grau de liberdade estimado em função do tamanho da série;

QME = erro quadrático médio;

$S_{xx}$  = é o desvio padrão da amostra.

Para a determinação dos anos com ocorrência de seca foi calculado um índice de seca chamado *Standard Precipitation Index* – SPI, que posteriormente foi relacionado com a ocorrência do El Niño e La Niña, e com o aumento ou diminuição da área plantada e área de colheita.

O SPI foi descrito pela primeira vez por McKee et al. (1993). O procedimento para o cálculo do SPI inicia-se totalizando-se os registros de precipitação em uma dada escala de tempo. O SPI quantifica o déficit ou o excesso de precipitação em diferentes escalas de tempo, característica que torna este índice um valioso método para estudos de disponibilidade hídrica, sejam eles de curta ou de longa duração (Hayes et al., 1999).

A formulação do cálculo do SPI é apresentada pelas seguintes etapas:



a) **Determinação da probabilidade de distribuição de frequência de precipitação pluviual** é calculada por meio da distribuição gama incompleta. A função normal inversa (Gaussiana) é aplicada a essa probabilidade resultando no valor do SPI. Os dados de totais mensais precipitados de cada um dos postos pluviométricos foram ajustados à distribuição de probabilidade Gama, através da equação 9:

(9)

$$g(x) = \frac{x^{\alpha-1} * e^{-x/\beta}}{\beta^{\alpha}\Gamma(\alpha)}$$

Onde:

$x > 0$  é quantidade de chuva precipitada.

$\alpha > 0$  = parâmetro de forma da distribuição gama;

$\beta > 0$  = parâmetro de escala da distribuição gama;

$\Gamma(\alpha)$  = a função gama.

b) **Estimativa dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$** : Os parâmetros de forma ( $\alpha$ ) e de escala ( $\beta$ ) são frequentemente estimados com base no método da máxima verossimilhança demonstrado por Thom (1966) na Equação 10. (10)

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$

Nas equações 11 e 12,  $n$  é o número de observações da amostra e  $P$  é o total de precipitação no tempo de análise.

$$A = \ln(\bar{x}) - \sum(\ln(P))/n \quad (11)$$

$$\beta = \bar{P}/\alpha \quad (12)$$

c) **A função Gama não é definida para  $x=0$** , mas como a amostra dos dados de precipitação pode conter zeros, a probabilidade acumulada é dada pela equação 13.  $H(x)$  é então transformada em uma variável normal (valor final do SPI) por meio das equações

desenvolvidas abaixo (ABRAMOWITZ e STEGUN,1965).

$$H(x)=q+(1-q)G(x) \quad (13)$$

Sendo que:

q = probabilidade de ocorrência de precipitação zero

m = número de observações com chuva igual a zero

n = número de observações com chuva maior do que zero

Se **m** for o número de zeros em uma série de **n** dados de precipitação, então  $q = m/n$  mostrado na equação 14.

$$q=(m/n) \quad (14)$$

**d)** De acordo com Abramowitz & Stegun (1965), a **relação entre as distribuições de probabilidade Gama e Normal** podem ser obtida através das equações 15 e 16, sendo seus parâmetros obtidos pelas equações 17 e 18, respectivamente:

$$SPI = - \left( a - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (15)$$

$$SPI = + \left( a - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \text{ para } 0,5 < H(x) < 1 \quad (16)$$

$$a = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(H(x))^2}\right)} \quad \text{para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (17)$$

$$a = \sqrt{\ln\left(\frac{1}{(1-H(x))^2}\right)} \quad \text{para } 0,5 < H(x) < 1 \quad (18)$$

Se a precipitação pluviométrica de um determinado período se ajustar a uma distribuição normal, o SPI será simplesmente a variável reduzida  $Z_i$  de tal distribuição.

$$SPI=Z_i=(P_i-P_m)/\sigma_i \quad (19)$$

Sendo:

$P_i$  = Precipitação acumulada no período

$P_m$  = Precipitação média do período em questão.

$\sigma_i$  = Desvio padrão da série histórica de precipitação na escala em estudo.

Quando os valores se tornam positivos, não ocorre o evento de seca. O cálculo do SPI inicia com o ajuste das séries de totais mensais precipitados à função da densidade de probabilidade Gama.

O SPI pode monitorar tanto os períodos úmidos quanto os secos (TSAKIRIS & VANGELIS, 2004). A partir das informações locais obtidas por diversos postos pluviométricos, as análises de valores do índice conseguem demonstrar os diferentes tipos de seca.

Para a divisão das classes dos valores de SPI são comumente utilizados sete limiares, que vão desde a situação mais extrema em termos de déficit de precipitação até a situação mais extrema em termos de excesso de precipitação, apresentando-se sete categorias. Em termos positivos e negativos, os valores de intensidade estão representados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Padrão dos valores de intensidade do *Standard Precipitation Index*.

<b>Valores SPI</b>	<b>Categorias</b>
>2	Extremamente úmido
+ 1,50 a +1,99	Severamente úmido
+ 1,00 a + 1,49	Moderado úmido
-0,99 a + 0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Moderado seco
-1,50 a -1,99	Severamente seco
< -2,0	Extramamente seco

Fonte: (McKee, 1993).

#### **4.3.5- Relação da distribuição espacial e temporal da chuva com a distribuição das áreas de plantio e colheita para analisar a influência desta.**

Para a relação temporal foram elaborados gráficos com as informações superpostas com dados mensais e anuais.

- Área plantada e colhida dos municípios para cada cultivo e chuva trimestral, no mesmo período buscando identificar as associações entre elas, e identificando períodos

propícios para o desenvolvimento do cultivo.

- Quantidade produzida e a variabilidade da chuva em um determinado período.

Para a elaboração do calendário agrícola foram usados os dados de épocas de plantio e colheita e dados da precipitação mensal no período entre 1990-2014. No estudo de caso, foi elaborado um calendário agrícola com dados da precipitação decedial de 2008 e 2014, e suas épocas de plantio e colheita para os seis municípios do estudo.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Distribuição da porcentagem dos estabelecimentos familiares e da porcentagem da área de agricultura familiar no Ceará**

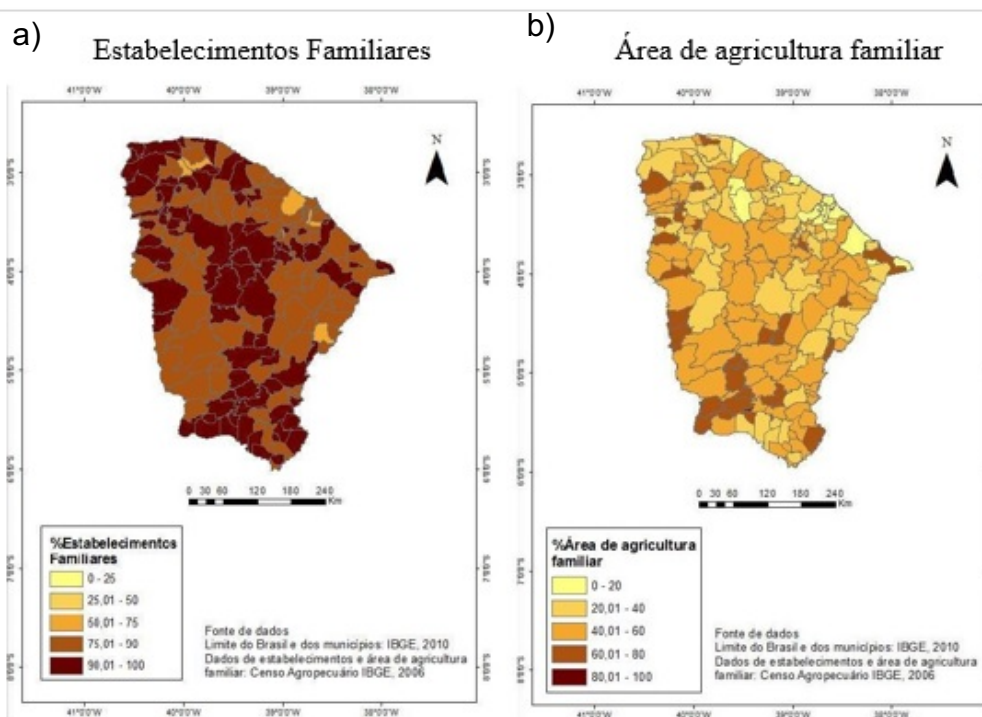
Conhecer a distribuição espacial dos estabelecimentos de agricultura familiar no Ceará foi o primeiro passo para o entendimento do estudo, pois demonstrou o quanto é representativa a participação da agricultura familiar nos municípios do Ceará, que além de viver de práticas agrícolas para a subsistência, é uma importante fonte de renda para a economia do estado. Sendo assim foi importante analisar os municípios mais vulneráveis do Ceará que obtém menores áreas em hectares, tendo um menor lucro nas atividades agrícolas devido ao tamanho de sua área, menor valor em crédito rural e falta da assistência técnica.

A Figura 13 mostra a área total de agricultura familiar (%) e o número total de estabelecimentos familiares (%). Na Figura 13a pode-se verificar que no Ceará há grande concentração de famílias dependentes desta agricultura familiar e ocupam a maior parte de suas áreas agrícolas, as porcentagens na grande maioria dos municípios variam entre 75% a 100% de estabelecimentos familiares, e apenas os municípios em laranja claro (Caucaia, Itaitinga, Pacajus, Iracema e Marco) apresentam as porcentagens mais baixas que variam entre 50% a 25% de estabelecimentos familiares.

Por outro lado, observa-se que os municípios com 90% a 100 % de estabelecimentos familiares principalmente na área do Sertão Cearense identificados de marrom escuro (Fig.13a) detêm apenas 40 % a 60 % de área agrícola total por município (Fig. 13b), assim verifica-se que tem muita ocupação de famílias com práticas de agricultura familiar em uma mesma área agrícola. Ou seja, esses municípios podem estar em uma situação mais vulnerável devido à falta de área (hectares) do que aqueles em que há maior concentração de grandes terras que podem usufruir de capital para investir em novas tecnologias, armazenagem e

irrigação de água para uso em suas lavouras. É difícil para a agricultura familiar gerar renda, se não tem terra.

**Figura 13.** Distribuição espacial da porcentagem dos estabelecimentos de familiares (a) e da porcentagem da área de agricultura familiar (b) no Ceará.



Os aspectos econômico, social, ambiental e institucional, em sua plenitude, são fundamentais à determinação do grau de vulnerabilidade da agricultura familiar no estado do Ceará, uma vez que a interação dos fatores atmosféricos relacionados a esses aspectos pode implicar em um maior ou menor grau de vulnerabilidade da agricultura familiar.

Para analisar a produtividade agrícola nos municípios com alta porcentagem de estabelecimentos familiares foram escolhidos os cultivos de arroz, milho e feijão por se apresentarem com maiores demandas na atividade de agricultura familiar no Ceará (IBGE, 2006).

## 5.2. Distribuição espacial da quantidade produzida de milho, feijão e arroz, no estado do Ceará.

Para avaliar a distribuição espacial e temporal da quantidade produzida dos cultivos (em toneladas) do período de estudo que compreende 1990-2014 selecionaram-se os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015.

- **Arroz**

A Figura 14 mostra a distribuição espacial para a quantidade produzida de arroz em casca. No ano de 1990 destacam-se os municípios identificados de amarelo com quantidade produzida de arroz de 0 a 100 toneladas, enquanto os municípios identificados de vermelho demonstram maior quantidade produzida de arroz de 1200 a 38000 toneladas. Houve um considerável aumento na quantidade de arroz nos municípios do litoral leste até o sudeste do Ceará até o ano 2000. Nos anos seguintes (2005, 2010 e 2014) verificou-se uma diminuição da quantidade de arroz produzida nessas regiões. Na figura 14, dois municípios foram destacados com um círculo (linha preta) no mapa de 1990, um deles, localizado ao sudeste do Ceará é o município de Aurora, e pela cor vermelha apresenta entre 1.200 a 38.000 toneladas de quantidade produzida de arroz nos anos de 1990, 1995 e 2000. Já nos anos posteriores tem uma diminuição da sua quantidade produzida de arroz em 2005, alcançando nos anos de 2010 e 2014 um valor de 0 a 100 toneladas. Este município foi um de aqueles que apresentaram uma alta concentração de estabelecimentos familiares, porém pouca porcentagem de área de agricultura familiar, o que pode ter contribuído também para a redução da quantidade produzida.

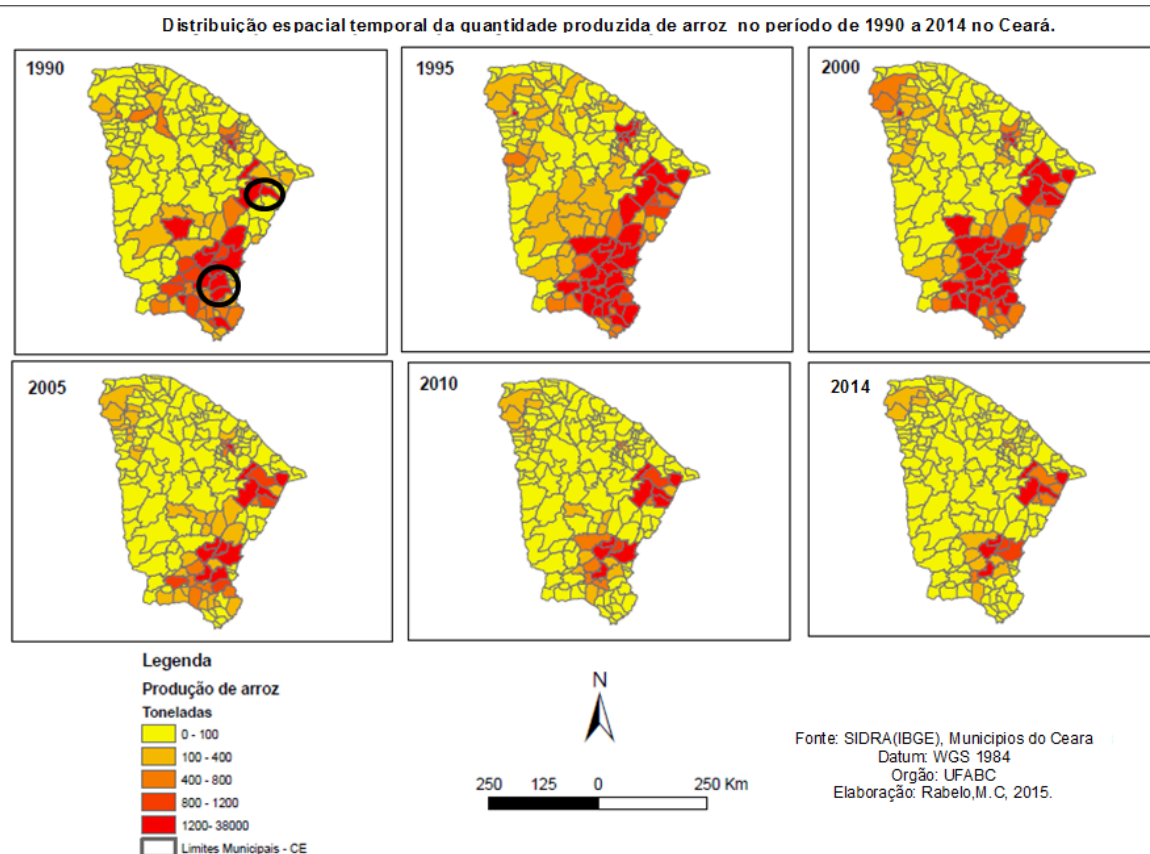
Em Limoeiro do Norte, município localizado no nordeste do Ceará, apresenta-se com alta quantidade produzida de arroz, acima de 1.200 toneladas durante todo o período do estudo de 1990 a 2014. Em geral, o aumento na produtividade de arroz em Limoeiro do Norte se dá tanto pela elevada qualidade do solo, como por fatores como a existência de sol o ano inteiro, a irrigação e o uso de tecnologia adequada<sup>9</sup>. Porém, os valores oscilaram para cada ano específico, sendo de 12.220 toneladas em 1995, 10.000 toneladas em 2000, 6.000 toneladas em 2005 e com 3.250 toneladas em 2014. Apesar de permanecer como um dos

---

<sup>9</sup> <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/limoeiro-do-norte-tambem-investe-em-agricultura-irrigada-1.277153>

municípios do Ceará que mais produz arroz houve uma diminuição da quantidade produzida durante o período estudado.

**Figura 14.** Distribuição espacial da quantidade produzida de arroz por município entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005 e 2014 no Ceará.



De acordo com o Instituto de (IPECE), a produção de arroz no Ceará em 2010 ocupou a terceira posição na produção de grãos, com participação de 19,0%, no entanto, a produção de 2010 foi 31,6% inferior a de 2009. A área colhida de arroz apresentou uma redução de 20,7% em relação a 2009. Dado essa performance, a produtividade de arroz alcançou 2.320 Kg/ha, que é 13,7% inferior à obtida em 2009.

No Ceará, a diminuição da quantidade produzida de arroz é ocasionada pelos altos custos de produção e a forte queda nos preços de comercialização de arroz, o qual deram prejuízos para os agricultores. Também, a colheita é uma das etapas mais importantes do processo de produção e, quando mal conduzida, acarreta perda de grãos (CONAB, 2006).

Entretanto, não foram encontradas informações concretas devido à queda da quantidade produzida de arroz em alguns dos municípios, com isso foi pesquisado em reportagens informações para encontrar a causa dessa diminuição do arroz no Ceará.

O arroz é uma atividade feita por agricultores familiares que plantam em áreas reduzidas e que enfrentam baixa produtividade e elevado custo de produção, atualmente o preço é desestimulante. Assim, o serviço cai pela metade porque uns desistem de plantar e outros diminuem as áreas de cultivo. Nos últimos cinco anos, a queda do preço do produto e o crescimento permanente do valor dos insumos (adubo, inseticida e energia) contribuíram para que os produtores desistissem da atividade, que de lucrativa passou a ser deficitária. Em síntese, três fatores contribuíram para a redução do plantio em 2010: início tardio do plantio, e baixo preço de comercialização. No entanto, uma das únicas soluções de acordo com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) é realizar um estudo de outras sementes que se adaptem melhor ao clima e ao solo do Ceará<sup>10</sup>.

Por outro lado, informações atuais da CONAB (2015), mostram que a baixa competitividade com o arroz vindo de outros estados produtores, o alto custo de implantação da lavoura e a necessidade de condições hídricas favoráveis para se atingir bom índice de produtividade, que compense o investimento nas lavouras, têm reduzido as áreas plantadas em quase todos os estados.

- **Milho**

A Figura 15 mostra a distribuição espacial e temporal da quantidade produzida do milho, sendo que no mapa de 1990 os municípios Tauá e Acopiara estão assinalados com um círculo (linha preta). Observa-se que no ano de 1990 havia poucos municípios com quantidade produzida de milho acima de 6.500 toneladas. Posteriormente, a quantidade produzida de milho teve um aumento entre 1995 a 2005, tendo em sua área central e oeste municípios (Acopiara, Canindé, Cratéus, Boa Viagem, Quixeramobim, Tamboril e Tauá) com quantidade produzida entre 6.500 a 10.580 toneladas.

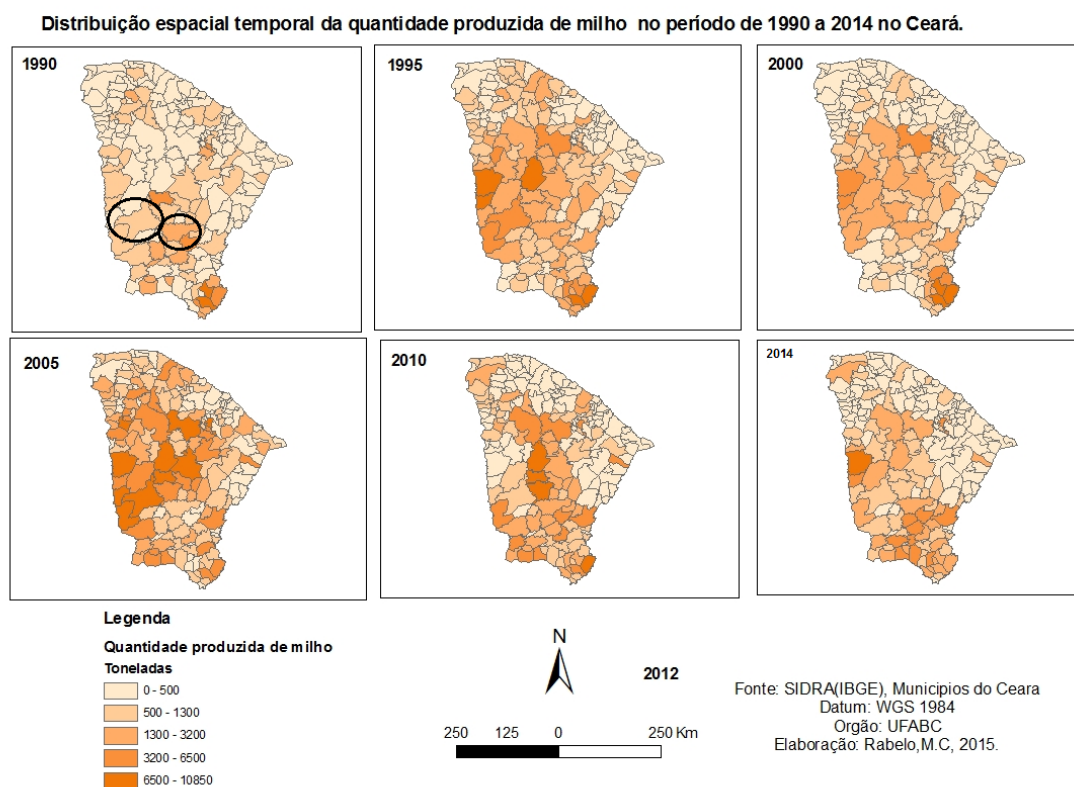
Em 2010 e 2014 começa a diminuir a quantidade produzida nos municípios da região norte, nordeste e leste. Em 2014 é mais evidente a diminuição na quantidade produzida de milho nos municípios de Tauá e Acopiara. Tauá apresenta apenas de 500 a 1300 toneladas, e Acopiara entre 1300 a 3200 toneladas de quantidade produzida de milho. Especificamente o município de Acopiara apresentou a característica de ter alta porcentagem de estabelecimentos familiares e baixa % de área cultivável da agricultura familiar.

---

<sup>10</sup> <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/area-de-cultivo-de-arroz-reduz-50-1.750705>



**Figura 15.** Distribuição espacial da quantidade produzida de milho entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014.



Devido à seca prolongada que a região Nordeste enfrenta desde 2012 os agricultores cearenses optaram por diminuir suas áreas de plantio para o ano de 2013, reduzindo a estimativa de produção da safra agrícola no Estado em 2013<sup>11</sup>.

No entanto, a redução da quantidade produzida de milho pode também ser explicada por outros fatores além da falta de chuva, como o uso não correto das técnicas de preparo do terreno para evitar a progressiva degradação física, química e biológica do solo, pois isso pode ocasionar a queda na produção agrícola (IPECE, 2011).

- **Feijão**

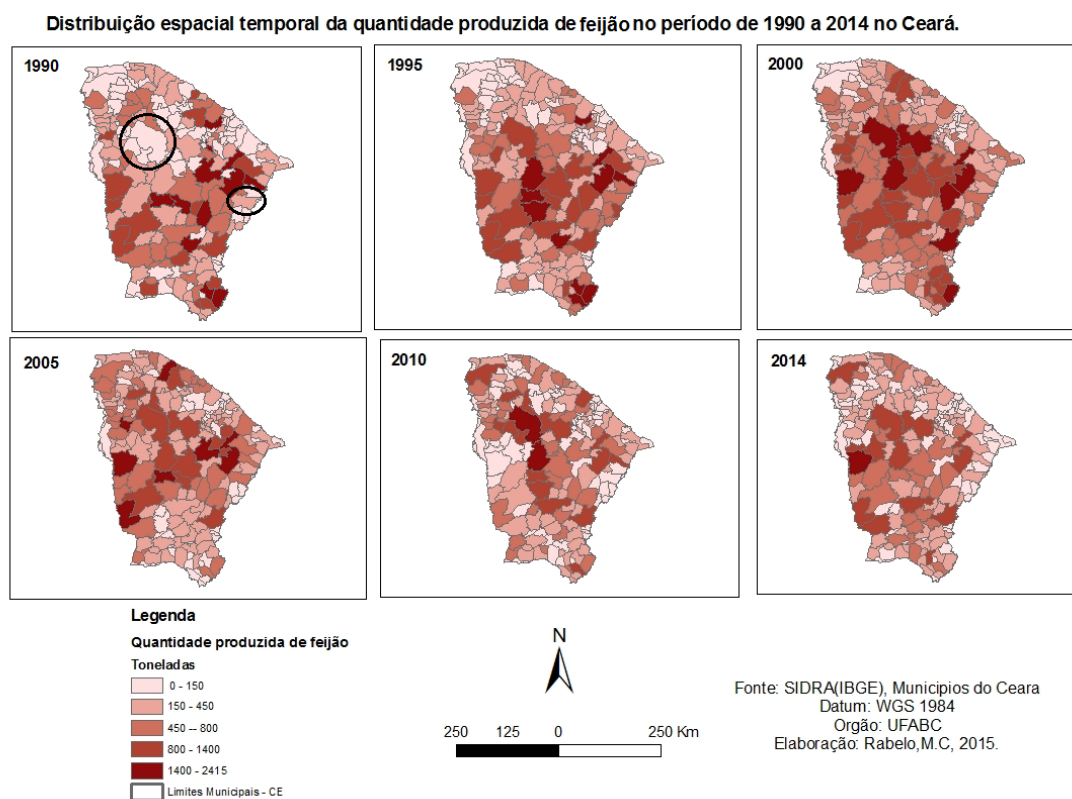
A distribuição espacial da quantidade produzida de feijão (Figura 16) mostra que os municípios identificados com a cor marrom escuro apresentaram alta quantidade produzida variando entre 1.400 toneladas a 2.415 toneladas. Nos anos de 1990, 1995 e 2000 houve um aumento na quantidade de municípios com alta quantidade produzida, preferencialmente na

<sup>11</sup> [http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/noticia/transporte-ferroviario-reduzira-custo-da-producao-do-milho-na-safra-2014-2015\\_165411.html](http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/noticia/transporte-ferroviario-reduzira-custo-da-producao-do-milho-na-safra-2014-2015_165411.html)

região central do Estado. Os municípios de Canindé e Alto do Santo (assinalados em um círculo de linha preta) também apresentaram esse incremento.

Já para os anos de 2005 até 2014 ocorreu um decréscimo da quantidade produzida de feijão, no município de Canindé não houve muita variação na quantidade produzida, e se manteve em 2014 entre 800 e 1440 toneladas. Já Alto do Santo apresentou uma variabilidade com baixa produtividade em 2010, porém se recuperou ligeiramente em 2014 com uma produtividade entre 150 e 400 toneladas.

**Figura 16.** Distribuição espacial da quantidade produzida de feijão entre os anos de 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2014.



A produção e o consumo de feijão representam um mercado altamente promissor, tornando-se uma boa opção de renda para os agricultores familiares (ANDRADE et al., 2005). O Estado do Ceará é considerado um dos maiores produtores de feijão no nordeste do Brasil (IBGE, 2008), e pelo feijão ser destinado ao consumo doméstico é de grande importância como alimento e na geração de renda da agricultura familiar.

Canindé e Alto do Santo são municípios que apresentam uma alta porcentagem de estabelecimentos familiares e porcentagem média e baixa de área cultivável de agricultura familiar respectivamente.

Diante do cenário atual de escassez de chuvas no Nordeste, as estimativas realizadas pelo Levantamento Sistemático da Produção Agrícola LSPA/IBGE para a produção de grãos no Ceará indica uma redução na produção no período do segundo trimestre de 2014, quando em abril a produção de arroz apresentou estimativa de 78 mil toneladas e passou para 72 mil toneladas em junho. Também, verificou-se redução para a produção de feijão e milho. Todas essas atividades tiveram reduções nas estimativas devido à irregularidade pluviométrica (IPECE, 2014). Apresentar-se-á na seção seguinte a análise da distribuição das chuvas no Ceará e nos municípios de estudo.

### **5.3 - Análise da precipitação no Ceará e nos municípios selecionados para estudo.**

#### **➤ Distribuição espacial da chuva no Ceará**

Para melhor entender o clima do Estado do Ceará, o padrão climatológico da precipitação está mostrado na figura 17, representando o comportamento espacial anual e bimestral da precipitação.

A chuva anual para o período climatológico de 1961 a 1990 (Fig.17a) oscila entre 1250 mm e 850 mm, com os maiores acumulados no setor norte (>1250 mm) do estado. Os meses com maior total pluviométrico são março e abril (Fig.19b), apresentando uma média mensal de até 270 mm no setor norte, e um menor índice pluviométrico de 160 mm no setor nordeste do estado e parte do sudoeste (Fig.14b).

Os meses de máxima chuva no Ceará estão sobre a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é o principal sistema atmosférico causador de precipitação no Estado (FERREIRA e MELLO, 2005). Vale destacar que nesse período também atuam outros sistemas atmosféricos causadores de chuvas, como: os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) que atuam principalmente de janeiro a março e as linhas de instabilidade que agem em associação com a ZCIT e provocam chuvas nos meses de fevereiro e março (ZANELLA, 2006).

Também, as regiões do norte sofrem uma forte influência do efeito orográfico, originando-se as chuvas orográficas, que ocorrem quando as massas de ar quente e úmido se elevam e se resfriam nas encostas das montanhas formando as nuvens, enquanto que a região litorânea está sob a influência das massas úmidas vindas do oceano (CAIATANO et al., 2011).

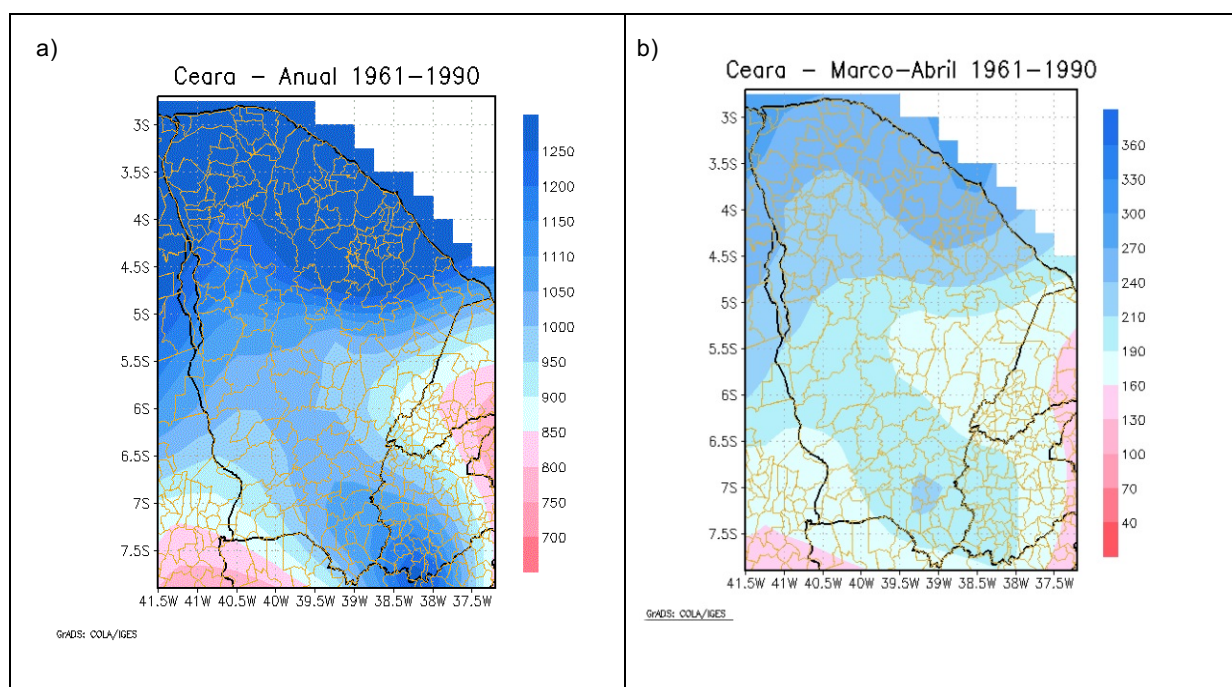
A distribuição espacial das chuvas no Ceará pode ser explicada pela influência de diferentes fenômenos atmosféricos como explicado na seção anterior.

Se compararmos a distribuição espacial da chuva anual ou bimestral com os mapas de

quantidade produzida de milho, feijão ou arroz, não existe um padrão que estabeleça que nas regiões de maiores precipitações exista necessariamente uma maior quantidade produzida de um determinado cultivo, ou que nas áreas de maior porcentagem de estabelecimentos familiares as chuvas sejam mais intensas. A chuva é muito importante para o desenvolvimento de um cultivo, mas outros fatores são também importantes como já mencionado anteriormente. No entanto, como o foco do trabalho é aprofundar na influência da chuva o padrão espacial é necessário para inferir quais municípios são mais beneficiados com as chuvas e assim investir em adaptações necessárias para melhorar a produção de determinados cultivos.

Nesse contexto, o trabalho se aprofunda na distribuição da chuva mensal por município para conhecer o padrão climatológico, e posteriormente relacioná-la com a quantidade produzida dos cultivos.

**Figura 17.** Precipitação anual (a) e bimestral (b) no Ceará do período de 1961 – 1990.



- **Padrão mensal para cada município de estudo**

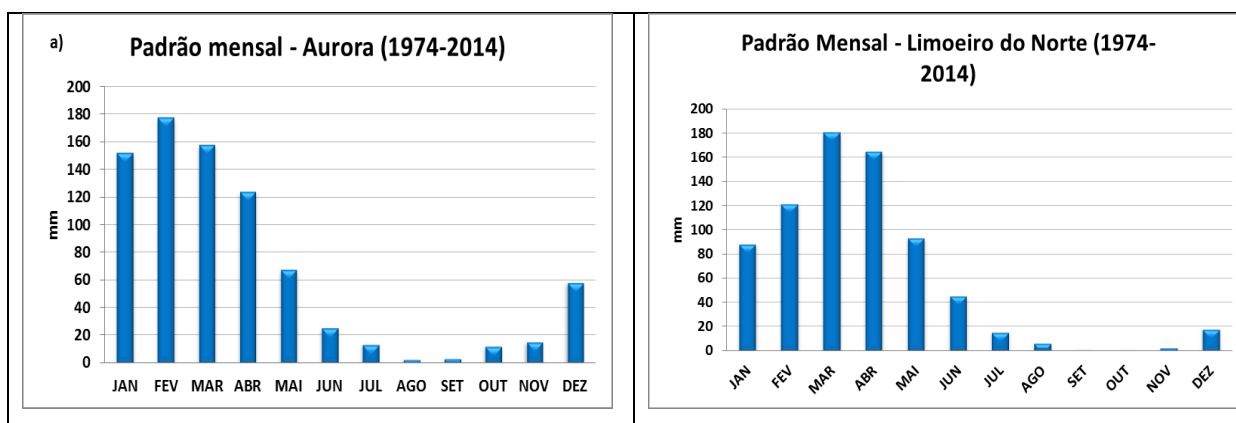
As Figuras 18 a, b, c, d, e, f mostram o padrão da chuva mensal para os postos localizados nos seis municípios de estudo. Dos seis municípios, quatro (Aurora, Limoeiro do Norte, Canindé e Tauá) apresentaram um mesmo período de dados, entre 1974 até 2014 (41

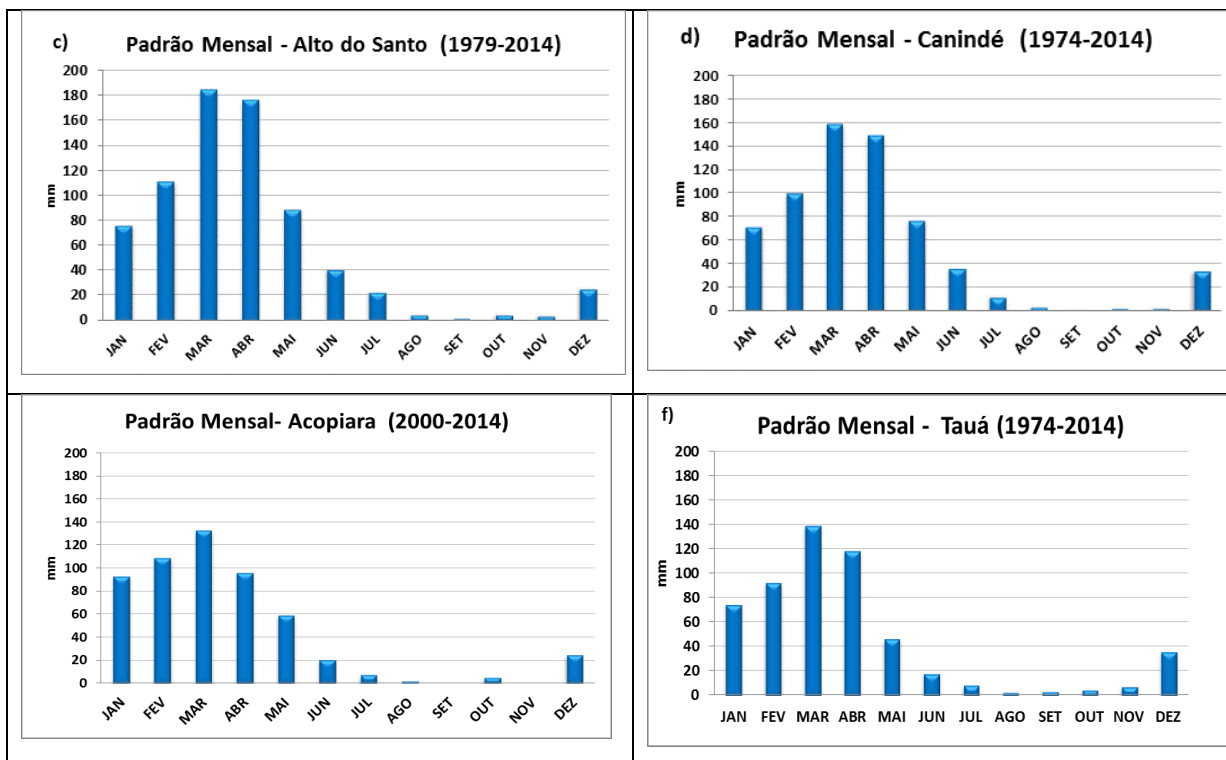
anos). Os outros municípios (Alto do Santo e Acopiara) apresentam períodos de anos diferentes.

Nos seis municípios a maior intensidade das chuvas ocorre nos meses de Janeiro até Maio (Figura 18). Porém, o mês de máxima intensidade da chuva varia de acordo com o município. Em Aurora, o mês de máxima chuva é em Fevereiro com a intensidade de 178 mm. Já em Acopiara, Alto do Santo, Limoeiro do Norte, Canindé e Tauá, o mês de máxima chuva é em Março com as intensidades de 133 mm, 185 mm, 180,6 mm, 159,1 mm e 139 mm respectivamente.

O período de estiagem ocorre nos meses de Julho até Novembro em todos os municípios, sendo que existe ausência de precipitação na maioria dos meses de estiagem. Também, foi evidenciado que a intensidade de chuva mensal é variada entre um município e outro, devido as diferentes localizações no Estado. As maiores intensidades de chuva são observadas nos municípios de Aurora, Alto do Santo e Limoeiro do Norte. Os municípios de menores intensidades de chuvas são Tauá e Acopiara, devido á distribuição da chuva ser menor ao sul do Ceará, como observado no padrão espacial das chuvas (Fig. 17), e estes municípios ainda são localizados no sertão do Ceará.

**Figura 18.** Padrão mensal da chuva nos municípios: Aurora (a), Limoeiro do Norte (b), Alto do Santo (c), Canindé (d), Acopiara (e) e Tauá (f).





O padrão mensal da chuva novamente será analisado na seção de calendário agrícola.

- **Variabilidade Interanual e Tendências lineares da chuva**

Na Figura 19 observa-se uma alta variabilidade interanual da precipitação nos postos pluviométricos em estudo, sobretudo os que apresentam o período maior de anos entre 1974 a 2014 (Aurora, Limoeiro do Norte, Tauá e Canindé). A linha de tendência foi criada somente para os municípios que apresentam períodos longos ( $\geq 30$  anos).

Na Figura 19a observa-se que para Limoeiro do Norte, a maior intensidade de chuva anual ocorreu no ano de 1985 (1624 mm), ano de La Niña. No que se refere às tendências, Limoeiro do Norte mostra que houve um decréscimo da chuva durante o período histórico de 287 mm. Na estação de Aurora as maiores intensidades de chuva ocorreram nos anos de 1985 (2062 mm), 1996 (1225 mm) e 2011 (1466 mm), também associadas com a ocorrência de La Niña. A linha de tendência mostra uma leve diminuição das chuvas em Aurora no período estudado.

Na figura 19b observa-se que para Tauá as maiores intensidades de chuva ocorreram nos anos de 1974 (1100 mm), 1985 (1500 mm), e 1989 (1300 mm) coincidindo também com a ocorrência de La Niña. No que se refere às tendências, Tauá também mostrou uma leve diminuição das chuvas no período de 1974 até 2014. Por outro lado, em Acopiara, por ter um

período menor (15 anos), não foi possível inferir uma tendência de aumento ou diminuição.

Em Canindé (Fig. 19c) observa-se que os anos com a maior intensidade de chuva foram: 1974 (1450 mm), 1985 (1650 mm), 1989 (1000 mm) e 2009 (1200 mm), sendo os anos de 1974, 1985 e 1989 associados com La Niña. A tendência em Canindé mostra um decréscimo das chuvas anuais no período de 1974 a 2010 de aproximadamente 205 mm. Em Alto do Santo a maior intensidade de chuva ocorreu nos anos: 1985 (1800 mm), 1989 (1100 mm) e 2009 (1400 mm), e a tendência mostra uma ligeira diminuição (82 mm por ano) das chuvas anuais no período de 1979 a 2014.

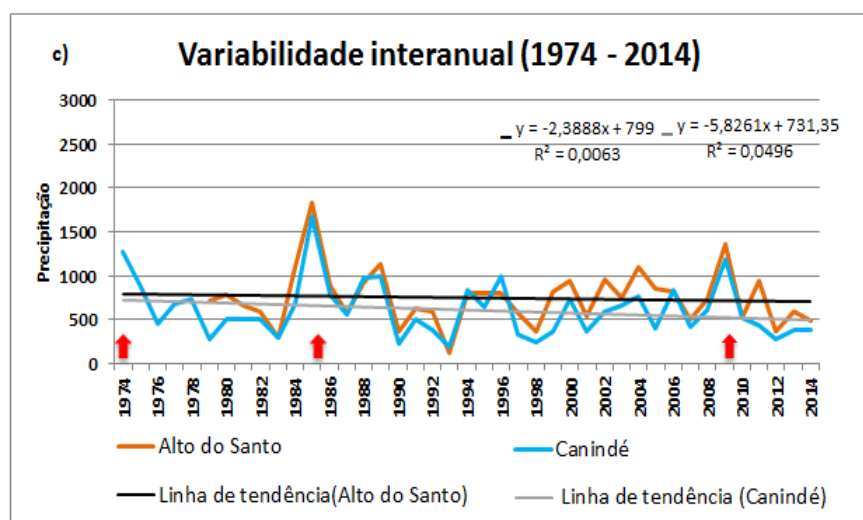
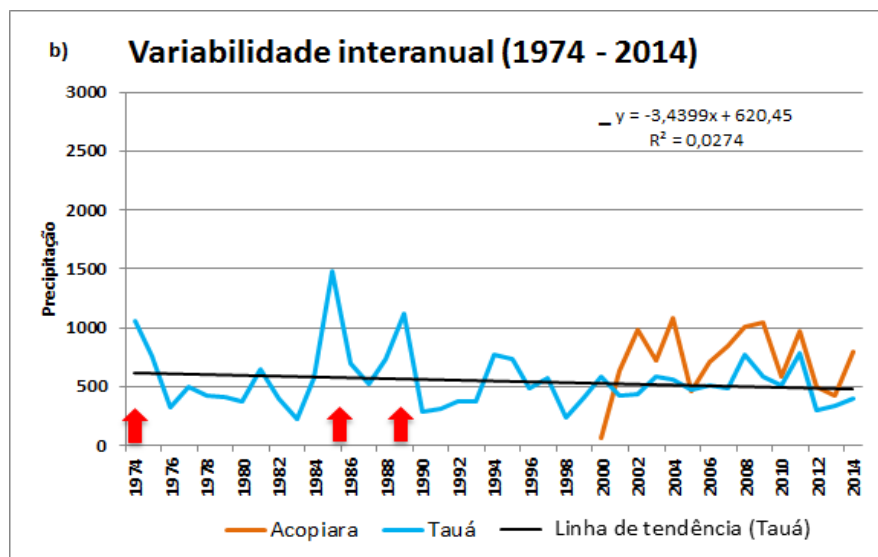
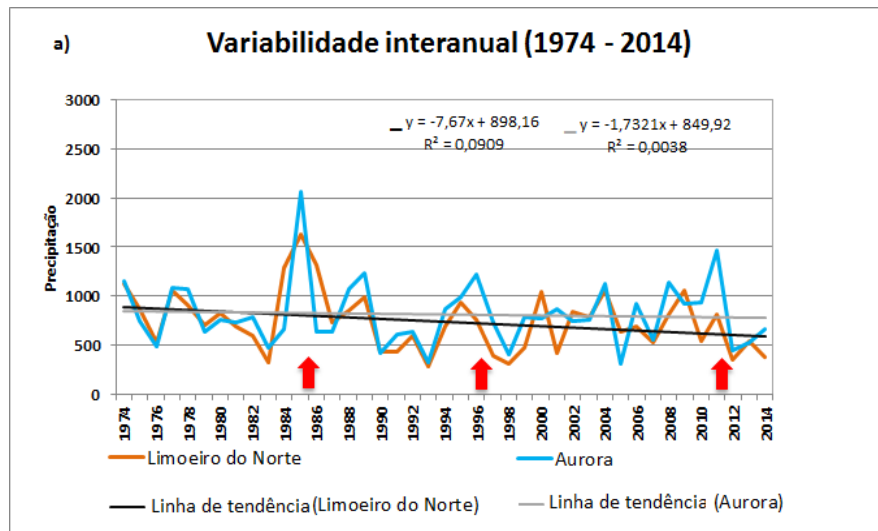
Ressalta-se que a partir do ano de 2012 a diminuição das chuvas fica mais acentuada em todos os municípios estudados, e na maior parte do Ceará a partir deste ano houve uma intensificação da seca, considerada a pior dos últimos 30 anos, afetando principalmente a região do semiárido. Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), a Quadra Chuvosa do estado do Ceará no Ano de 2012 foi marcada pela irregularidade tanto espacial quanto temporal da precipitação. Segundo dados da FUNCEME, o esperado era uma quantidade de precipitações semelhantes à média histórica, porém no período de fevereiro a maio foram registrados apenas 299,2 mm, cerca de 50,7% a menos que a média histórica do período que é de 606,4mm.

Em se tratando especificamente das séries anuais para verificar se as tendências são significativas estatisticamente para o  $\alpha = 0,05$ , os resultados processados pelo *p-value* não evidenciaram tendências ou mudanças abruptas significativas nas séries de precipitação em quase todos os municípios. Somente Limoeiro do Norte mostrou significância estatística na sua tendência de diminuição da chuva anual com um *p-value* de 0,04.

Sendo *p value*  $< 0,05$  para a significância estatística, o resultado de *p value* nos outros municípios foi: para Aurora de 0,63, em Acopiara com 0,65, Tauá com 0,24, Alto do Santo com 0,59 e Canindé com 0,14.



**Figura 19.** Variabilidade interanual de Aurora e Limoeiro do Norte (a), Acopiara e Tauá (b) Alto do Santo e Canindé (c) para o período de 1974 – 2014.





Estudos sobre eventos de seca prolongada no Nordeste têm sido atribuídos a situações onde as águas ficaram mais frias no Atlântico Sul e mais quentes no Atlântico Norte, prejudicando a localização da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), assim o esfriamento das águas do Atlântico Sul, não favoreceu a ocorrência de chuvas (MOLION, 2000).

#### **5.4 - Análise da produtividade agrícola dos cultivos com o Índice de Precipitação Padronizado anual (SPI) nos municípios selecionados.**

Nesta seção se analisa a relação entre a variabilidade anual da quantidade produzida dos cultivos de arroz, feijão e milho e o índice SPI para o período de 1990 a 2014 para cada município. O SPI é um índice de chuva que caracteriza um evento de seca e suas intensidades como explicado na seção da metodologia, assim, esta análise possibilita entender se uma diminuição na quantidade produzida de um cultivo se relacionou com a ocorrência da seca.

Nas Figuras 20 até 22 as barras em azul mostram o SPI anual e as barras vermelhas mostram a produtividade agrícola para cada cultivo nos municípios selecionados.

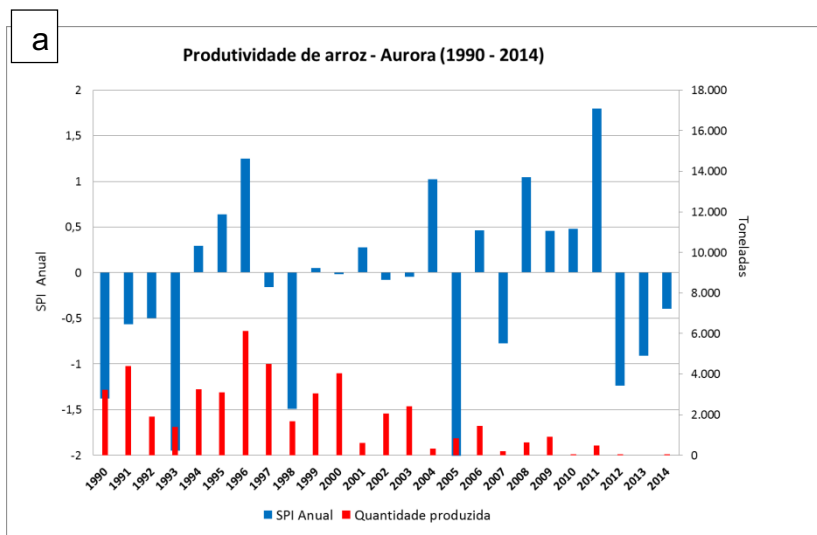
Para o município de Aurora (Fig. 20a) destaca-se no período analisado uma queda da quantidade produzida de arroz (abaixo de 1600 toneladas) durante os anos de 1993, 1998, 2001, e de 2004 até 2014. Dentre esses anos, 1993 e 2005 se relacionaram com o valor de SPI de  $< -1,99$  indicando seca severa. Nos anos de 1998 e 1999 o SPI indicou uma seca moderada. A partir do ano de 2007 a baixa produção foi contínua, sendo que em 2010, 2012, 2013 e 2014, a produção foi quase nula, e especificamente em 2012 o valor do SPI (-1,2) indica uma seca moderada (-1,0 a -1,49). Entretanto, como pode ser observado na Figura 20a, existem anos que apresentam um SPI positivo (chuva intensa) e a quantidade produzida de arroz é mínima, como é o caso dos anos 2008 e 2011. Somente a partir de 2012 que o SPI indica uma seca moderada, e a produtividade agrícola é quase nula, perdurando esta situação até 2014. Este resultado de diminuição da quantidade produzida de arroz em Aurora confirma o observado no mapa de distribuição espacial no estado de Ceará para os anos de 2010 e 2014. (Figura 14).

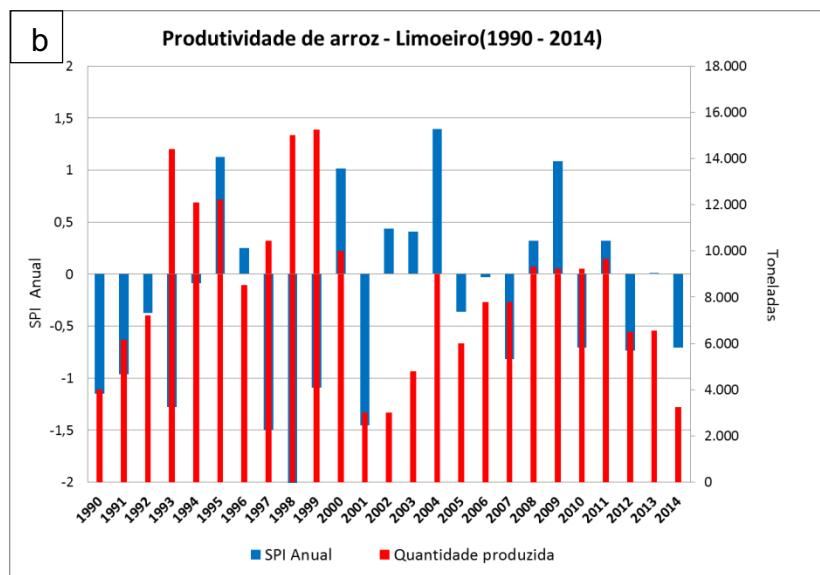
A Figura 20 (b) corresponde ao SPI anual e a produtividade agrícola de arroz no município de Limoeiro do Norte, e observa-se que a maior quantidade produzida ocorreu nos anos de 1993 (14.400 toneladas), e 1998 e 1999 com aproximadamente 15.200 e 15.300 toneladas. Nestes mesmos anos, o SPI mostrou valores negativos indicando secas moderadas.

Este município se caracteriza por ter uma agricultura irrigada, baseada na utilização de sistemas de irrigação por superfície com disponibilidade de recursos hídricos provenientes da bacia do rio Jaguaribe (Colares, 2004), isso justifica o porquê numa situação de seca a produtividade de arroz não teve uma diminuição drástica.

Os anos de 2001, 2002 e 2014 apresentaram uma queda da quantidade produzida de arroz (aproximadamente 3.000 toneladas), e especificamente os anos de 2001 e 2014 se associaram com um SPI negativo indicando uma seca moderada e leve, respectivamente. Assim, verifica-se que a seca generalizada em todo o Nordeste que se iniciou em 2012 com a falta de chuva afetam também até os cultivos irrigados como é o caso do Arroz neste município. Porém, é importante ressaltar que mesmo, tendo uma agricultura irrigada, as chuvas devem estar presentes para satisfazer a vazão do rio que deve estar disponível para abastecer os sistemas de irrigação.

**Figura 20.** Distribuição da produtividade de arroz e SPI anual em Aurora (a) e Limoeiro do Norte (b) durante o período de 1990 a 2014.





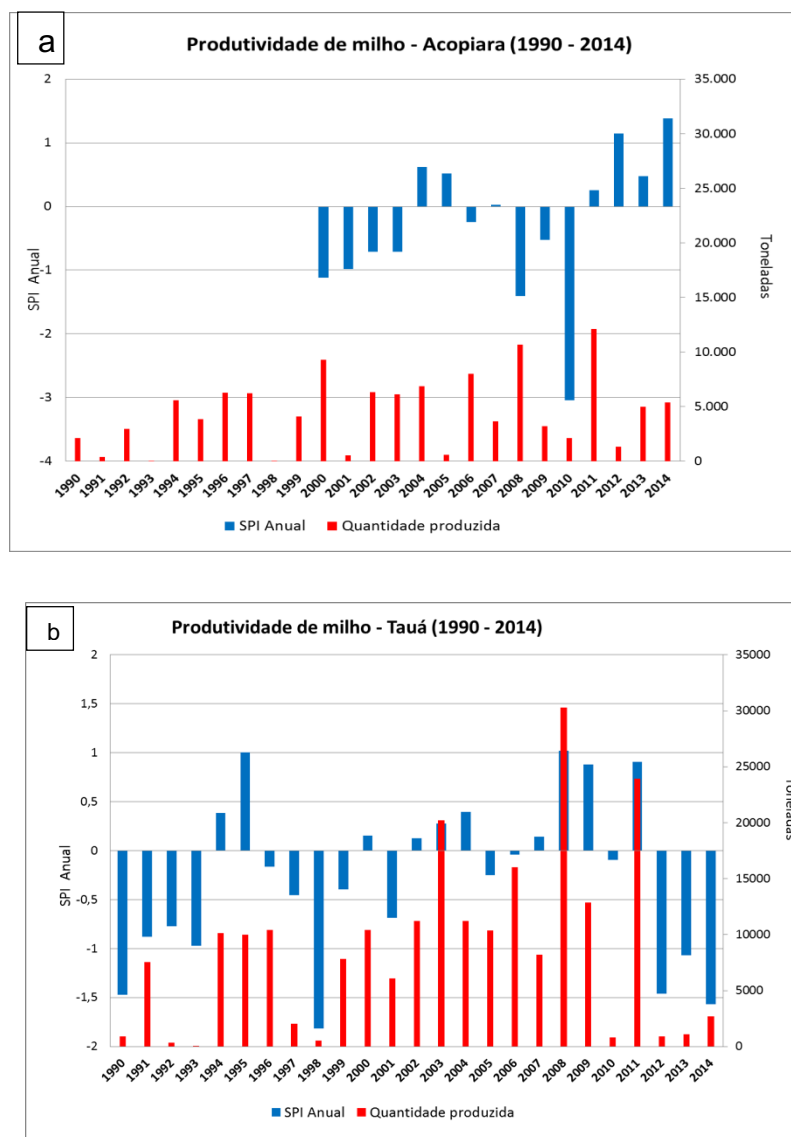
A Figura 21(a e b) corresponde à quantidade produzida de milho nos municípios de Acopiara e Tauá durante o período de 1990 a 2014. Para Acopiara (Fig. 21 a), nota-se uma grande variabilidade de aumento e diminuição da quantidade produzida de milho de 1990 a 2014. Dos anos que apresentaram os mais baixos valores de produtividade, 2001 e 2010 foram aqueles que se relacionaram com intensidades de SPI que caracterizam secas de moderada e extrema intensidade respectivamente. Em 2008, teve um aumento na quantidade produzida de milho de 4.700 para 11.500 toneladas se comparada com o ano de 2007, não se relacionando com a intensidade de SPI caracterizada por seca moderada. Os anos de 2005 e 2012 foram considerados dentro do comportamento normal e muito chuvoso segundo a escala de intensidades do SPI, porém, mostraram uma queda considerável da quantidade produzida. Esta situação pode estar relacionada com a falta de assistência técnica, pragas ou o não desenvolvimento da semente (IPECE, 2011).

Na figura 21b, no município de Tauá destacam-se os anos de 1990, 1998 e o período de 2012 até 2014 que mostram uma queda na quantidade produzida de milho. Estes anos se associam com valores de SPI que indicam uma seca moderada e severa (ano 2014). No ano de 1998 houve a ocorrência do El Niño, fenômeno climático que contribui para a redução das chuvas no Nordeste (OLIVEIRA, 2001). Em 2008 e 2011 houve um aumento da quantidade produzida de milho, e esses anos apresentaram valores de SPI positivo sendo classificados como anos moderadamente úmidos.

Nota-se que o SPI em todo o Nordeste que se iniciou em 2012 com a falta de chuva afetam também até os cultivos irrigados como é o caso do Arroz neste município. Porém, é importante ressaltar que mesmo, tendo uma agricultura irrigada, as chuvas devem estar

presentes para satisfazer a vazão do rio que deve estar disponível para abastecer os sistemas de irrigação.

**Figura 21.** Distribuição da quantidade produzida de milho e SPI anual em Acopiara (a) e Tauá (b) durante o período de 1990 a 2014.

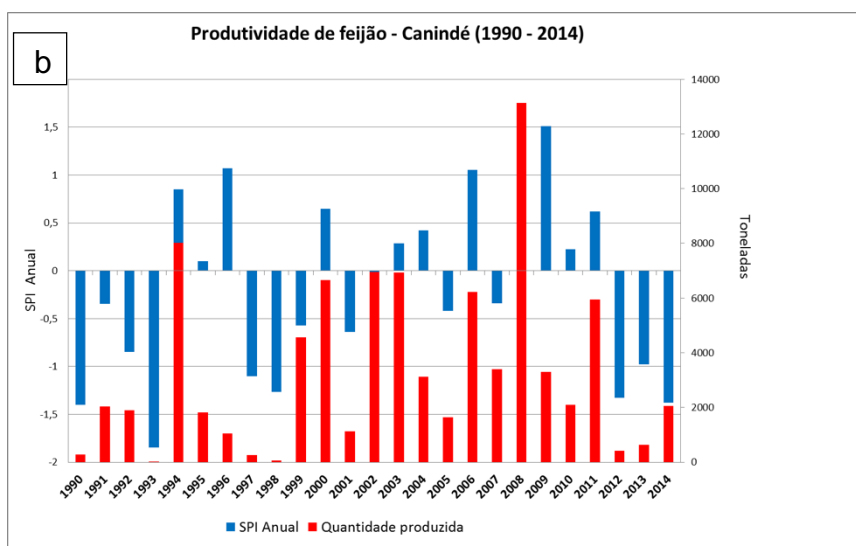
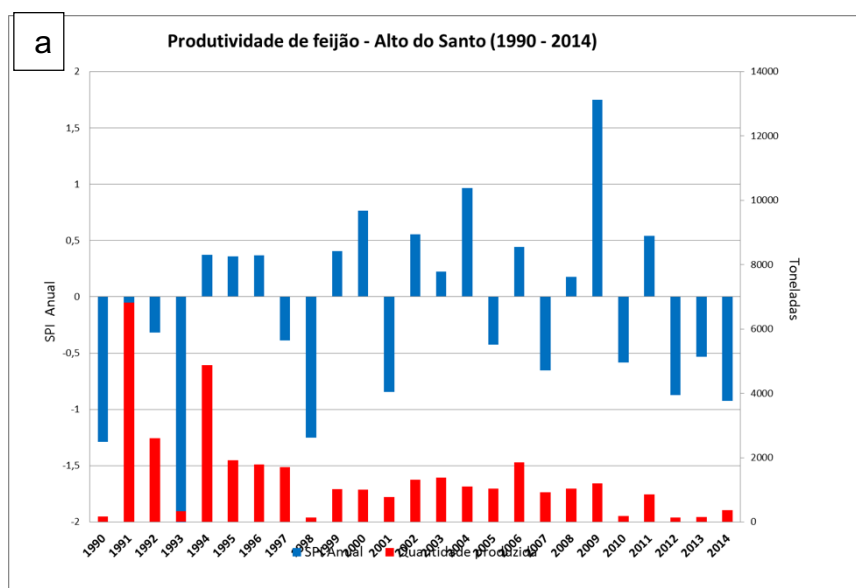


A Figura 22 corresponde à produtividade de feijão nos municípios de Alto do Santo e Canindé. Na figura 22a, no município do Alto do Santo, a partir do ano de 1995 a quantidade produzida diminuiu consideravelmente em relação a 1994, e se manteve por baixo de 2000 toneladas. Em 2012 até 2014 a quantidade produzida se reduziu mais ainda. O índice SPI neste anos quase alcançou o valor de seca moderada. Os anos de 1990 e 1993 que

apresentaram muito baixa quantidade produzida se associaram com uma seca moderada e severa respectivamente. O ano de 1993 foi um ano El Niño, e a quantidade produzida de feijão teve uma queda acentuada de 300 toneladas comparada com o ano de 1992 (2.900 toneladas).

Para Canindé (Fig. 22b) observa-se uma queda da quantidade produzida de feijão nos anos de 1990, 1993, 1997, 1998 e 2012 até 2014, e se relacionaram com intensidades de SPI que caracterizam secas de moderada a severa intensidade. Em 2012, teve um decréscimo na quantidade produzida de feijão de 5.800 para 100 toneladas se comparada com o ano de 2011.

**Figura 22.** Distribuição da produtividade de feijão e SPI anual em Acopiara(a) e Canindé (b) durante o período de 1990 a 2012.



É importante ressaltar que a quantidade produzida de um determinado cultivo mostra uma variabilidade ano a ano, e isso não só depende do aumento ou diminuição das chuvas, e sim de muitos outros fatores, entre eles, a área disponível para o plantio, acesso aos níveis de financiamentos, a insumos, manejo da fertilidade do solo, adubação (fertilizantes e calcário), controle de pragas, à técnica e a instrumentos que os agricultores familiares detêm para controlar as adversidades oriundas da dinâmica atmosférica, e também da disponibilidade da água necessária para o cultivo, que em muitos casos é dependente da chuva.

De todos os municípios analisados e para os cultivos estudados, houve um consenso para a diminuição da quantidade produzida nos anos de 2012 e 2014. Estes anos são considerados segundo o SPI como anos de seca prolongada de intensidade entre moderada e severa, que inclusive tem afetado os cultivos de irrigação como é o caso do arroz em Limoeiro do Norte.

Os anos de 1990, 1993 e 1998 também se destacaram por apresentar valores de SPI baixos caracterizando secas entre moderadas e severas, associando-se com uma diminuição considerável da quantidade produzida dos cultivos de feijão e milho. Estes anos se associaram com ocorrências de eventos de El Niño forte.

As chuvas no segundo trimestre de 2014 no Ceará registraram desvio de -28,5% comparado ao normal, ficando abaixo do observado no mesmo período de 2013. Também foi detectado que todas as regiões cearenses tiveram uma quantidade de chuva menor no 2º trimestre de 2014, comparado ao 2º trimestre de 2013 (FUNCEME, 2014).

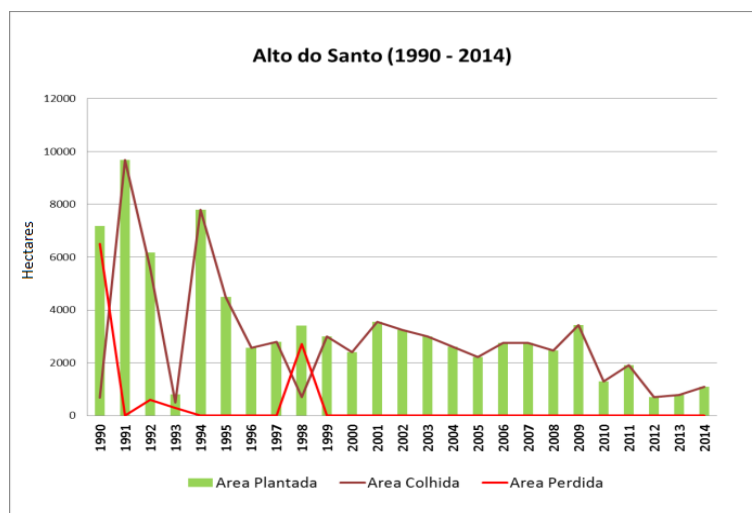
### **5.5 - Análise da área plantada e colhida dos cultivos com a área perdida nos municípios selecionados.**

Nesta seção se analisa a relação entre a área plantada, colhida e perdida dos cultivos de arroz, feijão e milho, para ser comparada com a chuva trimestral dos meses de máximas chuvas. O período de análise somente compreende a série de 1990 até 2014, devido à falta de atualização dos dados disponibilizados pelo IBGE.

A Figura 23 corresponde ao plantio e colheita de feijão no município de Alto do Santo. As barras em verde representam as áreas plantadas, as linhas em marrom representam a área colhida, e a área perdida em linha vermelha. A área perdida é a diferença entre a área plantada e colhida.

Destaca-se o ano de 1990 com área plantada de 7.400 hectares, área colhida de 300 toneladas, resultando numa área perdida de 6.200 toneladas. Nesse ano a chuva trimestral foi de 55,3 mm, abaixo da média do período histórico de 1990 a 2014 (Tabela 5). O ano de 1998 apresentou uma área plantada de 3.700 hectares e de área colhida 1.000 hectares, havendo uma área perdida de 2.300 hectares do cultivo de feijão. Esta situação da área perdida não se relacionou com baixos índices de chuva, pois a média trimestral foi de 102,2 mm em 1998 (Tabela 6).

**Figura 23.** Área plantada, colhida e de perda de feijão em Alto do Santo.

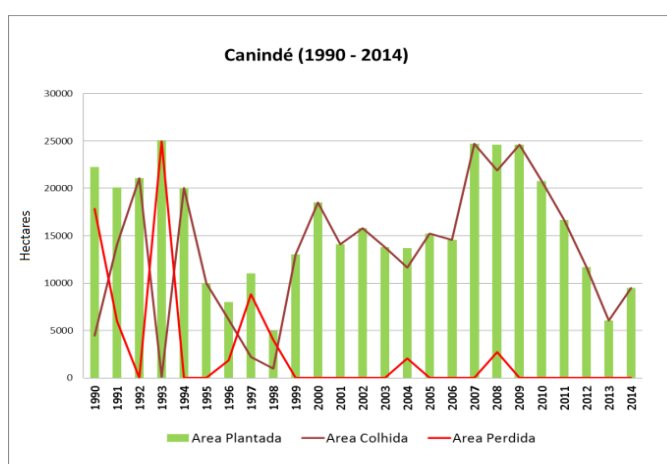


**Tabela 5.** Dados de chuvas mensais de Alto do Santo para o período de 1990 a 2014

Alto do Santo					
Precipitação (mm)	Jan	Fev	Março	Média trimestral	Média bi (fev-mar)
1990	0	134,7	31,4	55,37	83,05
1991	34,4	115,3	249,4	133,03	182,35
1992	135,2	194,7	130,9	153,60	162,8
1993	4,8	17,4	33,4	18,53	25,4
1994	116,1	64,4	191,6	124,03	128
1995	32,8	109,6	164,2	102,20	136,9
1996	130,3	86	198,6	138,30	142,3
1997	29,2	141,4	159,5	110,03	150,45
1998	96,6	49,6	160	102,07	104,8
1999	107,4	39,2	197,8	114,80	118,5
2000	88,8	300,8	82,4	157,33	191,6
2001	65,8	22,2	163,2	83,73	92,7
2002	162,8	59,2	244,3	155,43	151,75
2003	125,8	95	237,4	152,73	166,2
2004	425,6	268,7	78,8	257,70	173,75
2005	19	43,6	241,8	101,47	142,7
2006	0	79,6	299,7	126,43	189,65
2007	0	203	55,5	86,17	129,25
2008	55,6	10	314	126,53	162
2009	181,8	159,6	218,2	186,53	188,9
2010	98,2	3	31,2	44,13	17,1
2011	231,8	134,2	122,4	162,80	128,3
2012	46,2	176,8	40,4	87,80	108,6
2013	0,7	56,4	27,8	28,30	42,1
2014	7	51,6	198,2	85,60	124,9

Para Canindé (Fig. 24), os anos de 1990, 1993, 1997 e 1998 se caracterizaram por apresentar área perdida plantada, sendo no ano de 1993 que se registrou a maior área perdida, com o mesmo valor do total da área plantada (25000 hectares) e com uma média trimestral de chuva muito baixa de 19,40 mm (Tabela 6). Nesse ano a área colhida foi apenas de 50 hectares. O ano de 1990 apresentou uma média trimestral de 24,70 mm. Já o ano de 1997 apresentou um valor médio trimestral de 73,90 mm, e apresentou uma área perdida de 900 hectares de feijão.

**Figura 24.** Área plantada, colhida e de perda de feijão em Canindé.



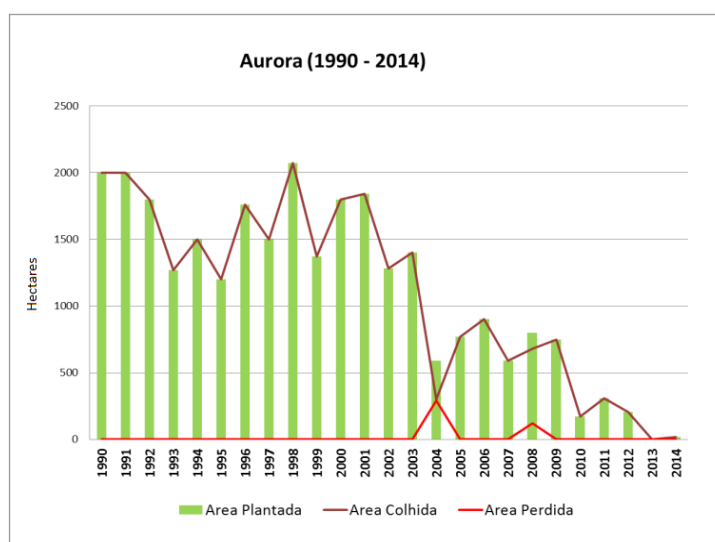
**Tabela 6.** Dados de chuvas mensais do município de Canindé para o período 1990-2014

Canindé					
Precipitação (mm)	Jan	Fev	Março	Média trimestral	Média bi(fev-mar)
1990	0	46,3	27,8	24,70	37,05
1991	74	104,8	155,5	111,43	130,15
1992	67,2	125	119,8	104,00	122,4
1993	9,8	8,4	40	19,40	24,2
1994	176,7	115,8	133,4	141,97	124,6
1995	30,5	107,2	200,8	112,83	154
1996	114,2	109,6	401,7	208,50	255,65
1997	73,7	26,8	121,2	73,90	74
1998	122,7	37,2	61	73,63	49,1
1999	8,8	32	152,9	64,57	92,45
2000	124,4	120,9	122,3	122,53	121,6
2001	23,9	6,4	113,5	47,93	59,95
2002	224,1	19,6	91,5	111,73	55,55
2003	36,8	119,4	276	144,07	197,7
2004	331,5	196	126,1	217,87	161,05
2005	42,6	45,1	57,6	48,43	51,35
2006	0	110,6	307,1	139,23	208,85
2007	0	159,8	31,4	63,73	95,6
2008	47,6	29,2	206,5	94,43	117,85
2009	57,4	136,6	251,8	148,60	194,2
2010	142,7	27,8	50,5	73,67	39,15
2011	160,9	180,3	93,7	144,97	137
2012	79	171,3	32,4	94,23	101,85
2013	11	67	30	36,00	48,5
2014	72	96	80	82,67	88



A figura 25 corresponde ao plantio do arroz no município de Aurora. Destaca-se no período analisado uma queda da área plantada (600 hectares) e colhida (250 hectares) no ano de 2004, sendo 250 hectares de área perdida. Esta perda não se associou com um decréscimo do acumulado trimestral da chuva (Tabela 7). A partir do ano de 2004 até 2014 houve uma redução considerável da área plantada de arroz, o que não necessariamente se relacionou com baixas intensidades de chuvas.

**Figura 25.** Área plantada, colhida e de perda de arroz em Aurora.

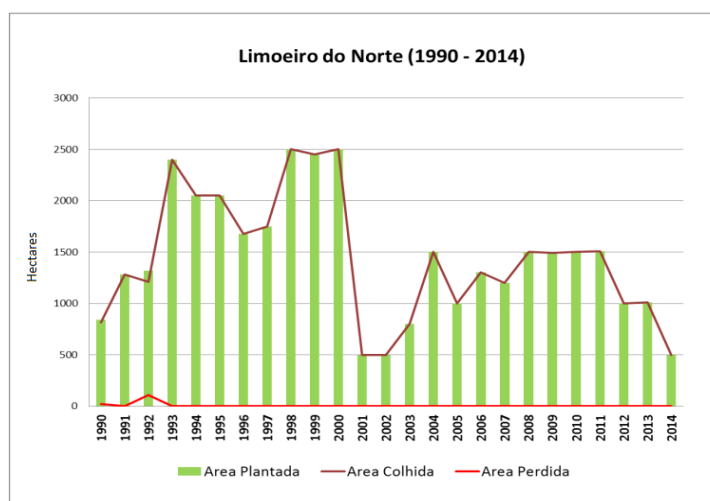


**Tabela 7.** Dados de chuva mensais do município de Aurora para o período de 1990-2014

Aurora					
Precipitação (mm)	Jan	Fev	Março	Média trimestral	Média bi(fev-mar)
1990	21	79	27,8	42,60	53,4
1991	186,5	107	155,5	149,67	131,25
1992	193,2	217,9	119,8	176,97	168,85
1993	39,4	84	40	54,47	62
1994	270,3	128	133,4	177,23	130,7
1995	154,6	224,5	200,8	193,30	212,65
1996	190,5	268,6	401,7	286,93	335,15
1997	198,3	119,8	121,2	146,43	120,5
1998	198,8	52	61	103,93	56,5
1999	116,6	198,8	152,9	156,10	175,85
2000	160	180,8	122,3	154,37	151,55
2001	172,5	171,4	113,5	152,47	142,45
2002	284,3	168,7	91,5	181,50	130,1
2003	85,6	196,6	276	186,07	236,3
2004	402,5	345,1	126,1	291,23	235,6
2005	65,5	41,3	57,6	54,80	49,45
2006	24,4	227,1	307,1	186,20	267,1
2007	42,4	240,8	31,4	104,87	136,1
2008	298,4	243,7	206,5	249,53	225,1
2009	88,7	125,3	251,8	155,27	188,55
2010	149,5	38,5	50,5	79,50	44,5
2011	419,6	310,5	93,7	274,60	202,1
2012	50,5	276	32,4	119,63	154,2
2013	94	62	26,6	60,87	44,3
2014	54	245	42,8	113,93	143,9

Em Limoeiro do Norte (fig. 26) observa-se que ocorreu uma mínima área perdida em 1992, e foi registrado 158,10 mm de chuva média trimestral, sendo abaixo da média histórica de 1990 a 2014 (Tabela 9). A maior área plantada e colhida de arroz ocorreu entre os anos de 1993 (2400 hectares) e 1998 até 2000 com aproximadamente 2500 hectares, enquanto os anos de 1990 (800 hectares), 1996 (1700 hectares), 2001 e 2002 (505 hectares) e 2012 e 2013 (1000 hectares) até 2014 (0 hectares) apresentou uma queda das áreas plantadas de arroz devido a diminuição das chuvas (Tabela 8).

**Figura 26.** Área plantada, colhida e de perda de arroz em Limoeiro do Norte.

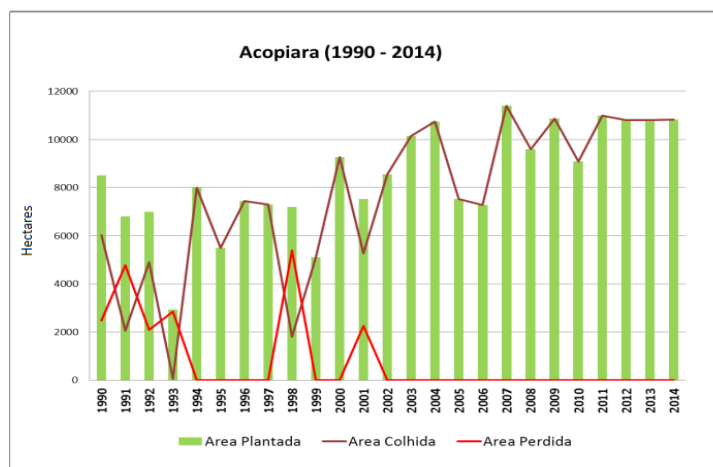


**Tabela 8.** Dados de chuva mensais de Limoeiro do Norte para o período de 1990-2014.

Limoeiro do Norte					
Precipitação (mm)	Jan	Fev	Março	Média trir	Média bi(fev-mar)
1990	0	169,5	76,1	81,87	122,8
1991	46,2	83	133,1	87,43	108,05
1992	200,4	131,9	142	158,10	136,95
1993	20,7	17,3	98,9	45,63	58,1
1994	146,9	75,2	178,4	133,50	126,8
1995	80,6	175,3	193	149,63	184,15
1996	41,3	88,6	253,9	127,93	171,25
1997	14,1	67,2	161,7	81,00	114,45
1998	132,1	6,3	128	88,80	67,15
1999	78,5	23,1	118	73,20	70,55
2000	214,6	361	49,6	208,40	205,3
2001	76,4	24,9	118,7	73,33	71,8
2002	216,6	76,5	181,4	158,17	128,95
2003	110,9	144,3	226,2	160,47	185,25
2004	404,9	245,8	119,4	256,70	182,6
2005	18,4	45	209,5	90,97	127,25
2006	3	104,2	198,9	102,03	151,55
2007	2	86,1	154,4	80,83	120,25
2008	97,3	86,5	259,6	147,80	173,05
2009	73,4	83,6	158,1	105,03	120,85
2010	201,2	24,4	60	95,20	42,2
2011	259	112	160,4	177,13	136,2
2012	9,7	202,6	69,8	94,03	136,2
2013	31	62,7	45,8	46,50	54,25
2014	10,3	56,3	101,2	55,93	78,75

As Figuras 27 e 28 correspondem ao plantio do milho nos municípios de Acopiara e Tauá. Na Figura 27 destaca-se o ano de 1993 que além de mostrar uma queda na área plantada, a área colhida foi mínima e apresentou uma perda de 24.000 hectares. Em 1998 observa-se uma área plantada (7.700 hectares) em comparação com a área colhida (2000 hectares), conseqüentemente verificou-se uma área perdida de 5.200 hectares de milho. Não foi possível comparar com a chuva, pois não se teve dados disponíveis nesse ano. No entanto, o que podemos considerar é que em esse ano houve a ocorrência do El Niño, fenômeno climático que contribuiu para a redução das chuvas no Nordeste (OLIVEIRA, 2001).

**Figura 27.** Área plantada, colhida e de perda de milho em Acopiara.

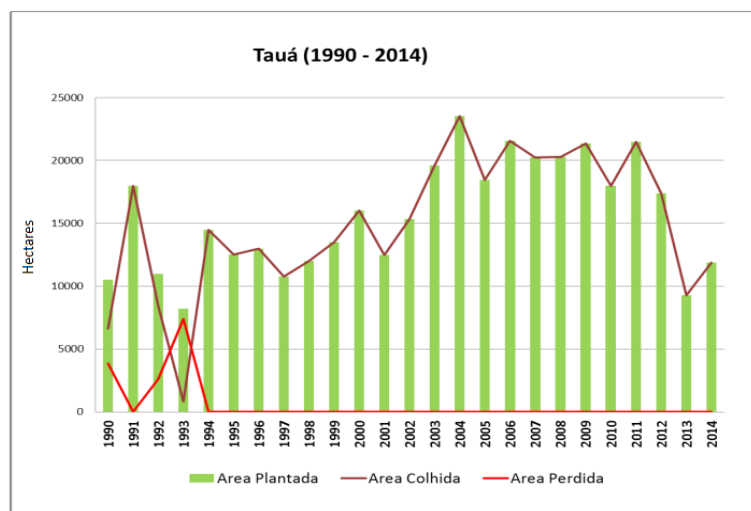


**Tabela 9.** Dados de chuva mensais de Acopiara no período de 2000 a 2014.

Acopiara					
Precipitação (mm)	Jan	Fev	Março	Média trimestral	Média bi(fev-mar)
2000	110,2	35,8	105,5	83,83	70,65
2001	56,5	67,5	196	106,67	131,75
2002	16,4	149,7	74,1	80,07	111,9
2003	112,3	65,4	130,9	102,87	98,15
2004	38,8	168,6	202,8	136,73	185,7
2005	269,4	128,1	56,4	151,30	92,25
2006	90,6	34,2	210,1	111,63	122,15
2007	14,4	121,1	123,4	86,30	122,25
2008	18,4	237,1	67,2	107,57	152,15
2009	68,5	131,4	328,5	176,13	229,95
2010	74,1	12,4	91,4	59,30	51,9
2011	142,7	27,8	50,5	73,67	39,15
2012	160,9	180,3	93,7	144,97	137
2013	79	171,3	32,4	94,23	101,85
2014	136	103	227	155,33	165

Para Tauá (Fig. 28), na maioria dos anos analisados a área plantada foi colhida na mesma proporção, embora exista a variabilidade de aumento e diminuição da área plantada. Destacam-se os anos de 1990 e 1993 com áreas perdidas de cultivo, porém no ano de 1993 a área perdida foi maior. Nesse ano a área plantada foi de 8.500 hectares e obteve apenas de área colhida 60 hectares, tendo uma grande área perdida de milho. Nesse mesmo ano houve uma diminuição da chuva trimestral acumulada com um valor de 59,87 mm (Tabela 10).

**Figura 28.** Área plantada, colhida e de perda de milho em Tauá.



**Tabela 10.** Dados de chuva mensal (Tauá-1990-2014)

Precipitação (mm)	Taua				Média trimestral	Média bi(fev-mar)
	Jan	Fev	Março			
1990	1,9	76,7	50,6		43,07	63,65
1991	79,8	25,6	123,2		76,20	74,4
1992	197,4	91,8	35,1		108,10	63,45
1993	9,1	100,7	69,8		59,87	85,25
1994	123,2	110,3	168,5		134,00	139,4
1995	82,5	160,1	124		122,20	142,05
1996	53,7	52	134,1		79,93	93,05
1997	161,2	45,7	144,8		117,23	95,25
1998	86,1	0	141,4		75,83	70,7
1999	110,2	35,8	105,5		83,83	70,65
2000	56,5	67,5	196		106,67	131,75
2001	16,4	149,7	74,1		80,07	111,9
2002	112,3	65,4	130,9		102,87	98,15
2003	38,8	168,6	202,8		136,73	185,7
2004	269,4	128,1	56,4		151,30	92,25
2005	90,6	34,2	210,1		111,63	122,15
2006	14,4	121,1	123,4		86,30	122,25
2007	18,4	237,1	67,2		107,57	152,15
2008	68,5	131,4	328,5		176,13	229,95
2009	74,1	12,4	91,4		59,30	51,9
2010	142,7	27,8	50,5		73,67	39,15
2011	160,9	180,3	93,7		144,97	137
2012	79	171,3	32,4		94,23	101,85
2013	8,6	64,2	26,6		33,13	45,4
2014	62,7	64,9	42,8		56,80	53,85

## 5.6 - Calendário agrícola

Com a base de dados disponíveis na CONAB foi possível construir o calendário agrícola de plantio das culturas de arroz, milho e feijão no Ceará (Figura 29). A leitura do calendário agrícola é de fácil entendimento e adoção pelos agricultores rurais, agentes financeiros e demais usuários, e mostra as quatro estações do ano, primavera, verão, outono e inverno com seus períodos em dias de quando se deve realizar o plantio e a colheita para ter a chance de obter um bom desenvolvimento dos cultivos de acordo com o clima.

O calendário é composto por cinco fases: preparo do solo, plantio, trato cultural e colheita. O preparo do solo é sempre um mês antes do plantio; o plantio é o momento onde se necessita de uma boa distribuição de chuvas para que se tenha uma boa germinação das sementes; o trato cultural se refere aos cuidados dados ao cultivo contra determinadas espécies nocivas ao desenvolvimento agrícola e; a colheita é a retirada do produto agrícola, após a sua maturação (DINIZ e GALVANI, 2014).

**Figura 29 -** Calendário agrícola do arroz, milho e feijão no Ceará.

Ceará	22/09 a 21/12			21/12 a 20/03			20/03 a 21/06			21/06 a 22/09		
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
Arroz	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
				P	P	P		C	C	C	C	
Legenda: P - Plantio, C - Colheita.												
Fonte: CONAB.												

Ceará	22/09 a 21/12			21/12 a 20/03			20/03 a 21/06			21/06 a 22/09		
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
Milho	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
	C			P	P	P	P	C	C	C	C	C
Legenda: P - Plantio, C - Colheita, P/C - Colheita												
Fonte: CONAB.												

Ceará	22/09 a 21/12			21/12 a 20/03			20/03 a 21/06			21/06 a 22/09		
	Primavera			Verão			Outono			Inverno		
Feijão	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
					P	P	P/C	C	C	C		
Legenda: P - Plantio, C - Colheita, P/C - Colheita												
Fonte: CONAB.												

A construção do calendário agrícola possibilita plantar e colher em função do padrão mensal das chuvas. No entanto, é sabido que a variabilidade da chuva ano a ano é alta, e afeta

de forma diferenciada. Chuvas excessivas podem afetar a implantação e a colheita das lavouras. As estiagens prolongadas podem afetar a implantação das lavouras e o suprimento de água para a irrigação.

Tendo como base as épocas de preparo do solo, plantio, trato da cultura e colheita dos cultivos no estado de Ceará segundo informações da CONAB, foram construídos gráficos que representam o calendário agrícola e que relacionam as épocas de cultivo com o padrão mensal de chuvas em cada município.

A Figura 30 (a e b) mostra o calendário agrícola para o cultivo de arroz em Aurora (Fig. 30a) e Limoeiro do Norte (Fig. 30b) junto com o ciclo mensal climatológico da chuva. Observa-se que nos meses de janeiro até abril deve ser feito o plantio, e de maio até setembro deve-se realizar a colheita. Em Aurora o mês de Fevereiro apresenta a máxima intensidade de chuva de 178 mm, e em Limoeiro do Norte o mês de março apresenta a máxima precipitação de 181 mm. Em ambos municípios as máximas chuvas climatologicamente acontecem no período de plantio, sendo que em Limoeiro do Norte, a máxima chuva acontece próximo a fase final da época de plantio.

Na figura 30 (c) apresenta-se o calendário agrícola do Ceará para o cultivo de arroz, e ao comparar com o calendário dos municípios de estudo, observa-se que Limoeiro do Norte também apresenta o mês da máxima chuva em março, período do plantio. Porém, as chuvas nesse município (195 mm) estão abaixo do que o observado para todo o Ceará (250 mm).

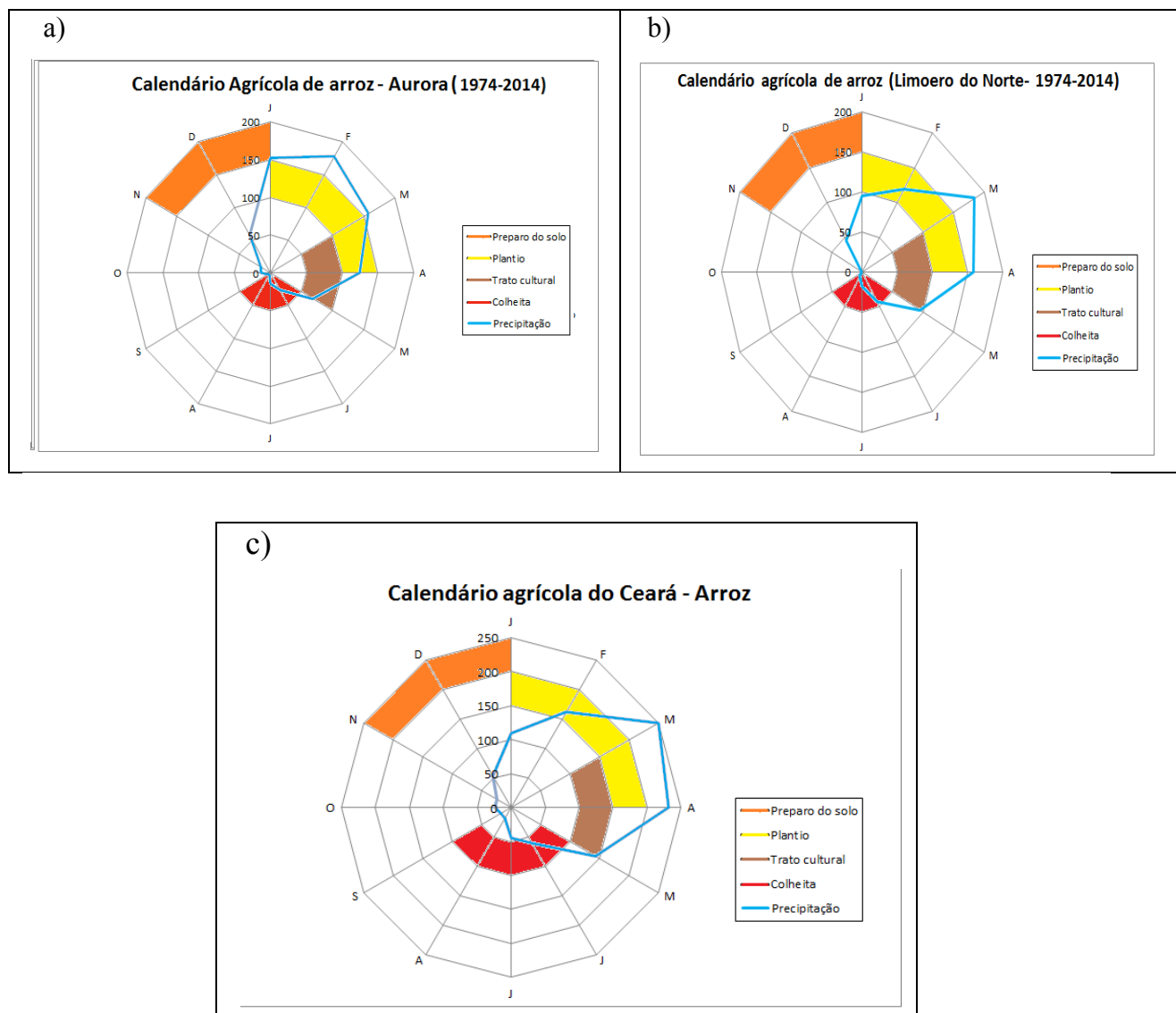
No Ceará, o início do plantio se inicia com uma chuva mensal de 120 mm em Janeiro. Já Limoeiro do Norte, começa com 100 mm mensais, e Aurora com 180 mm. Importante relembra que em Limoeiro do Norte a maioria da plantação de arroz é irrigada (PONTES e ARAGÃO, 2013), mas, sugere-se que a época de plantio comece no mês de fevereiro, a fim de coincidir com os meses de máximas chuvas desse município. Pois, a chuva favorece também o abastecimento de água para a irrigação.

Segundo Pontes e Aragão (2013) iniciou-se em 1989 o sistema de irrigação em Limoeiro do Norte, proporcionando ao agricultor uma menor dependência da chuva, com essa tecnologia aplicada ao campo e uma melhoria na utilização de recursos. Antes, o plantio dependia 100% da água da chuva, atualmente a irrigação trouxe uma maior segurança no plantio e chances de aumentar a produção.

O arroz de terras altas possui demanda hídrica entre 450 a 700 mm durante todo ciclo, comportamento dependente do material e do solo a ser utilizado para o cultivo (RODRIGUES et al., 2004). Em Aurora e Limoeiro do Norte, os meses de plantio apresentam 612,3 mm e

555,2 mm chuva acumulada respectivamente, porém é muito importante ter em conta a distribuição das chuvas nesses meses.

**Figura 30.** Calendário agrícola do arroz em Aurora (a) e Limoeiro do Norte (b) e c) Ceará.



A figura 31 (a e b) mostra o calendário agrícola para o cultivo de milho nos municípios de Acopiara e Tauá, sendo que de janeiro a abril deve-se fazer o plantio, e de maio a outubro deve-se realizar a colheita. Na figura 30 (c) apresenta-se o calendário agrícola do Ceará para o cultivo do milho, e observa-se que o mês de março é o mês de maior intensidade da chuva (250 mm) ao igual que em Acopiara e (132,7 mm) e em Tauá (138,7 mm). Verifica-se também que as chuvas mensais nos municípios estão abaixo da média histórica do Ceará. Por exemplo, a chuva no mês de janeiro, início do plantio, no Ceará é de 120 mm, sendo que em

Tauá e Acopiara, a intensidade é de 80 mm e 97 mm respectivamente. Assim, o cultivo de milho nesses municípios, pode experimentar falta de água para o desenvolvimento da semente, e na formação dos grãos ocasionando uma queda na produção de milho.

Nestes municípios seria recomendável adiar o início do plantio para o mês de Fevereiro, um mês antes das máximas chuvas, garantindo que o solo esteja molhado para iniciar o plantio. Como climatologicamente as chuvas começam em Dezembro, teria mais tempo (Dezembro até Janeiro) para iniciar o preparo do solo, e com as chuvas de Fevereiro o solo teria mais condições para iniciar o plantio, no que se refere à quantidade de água no solo disponibilizada pela chuva.

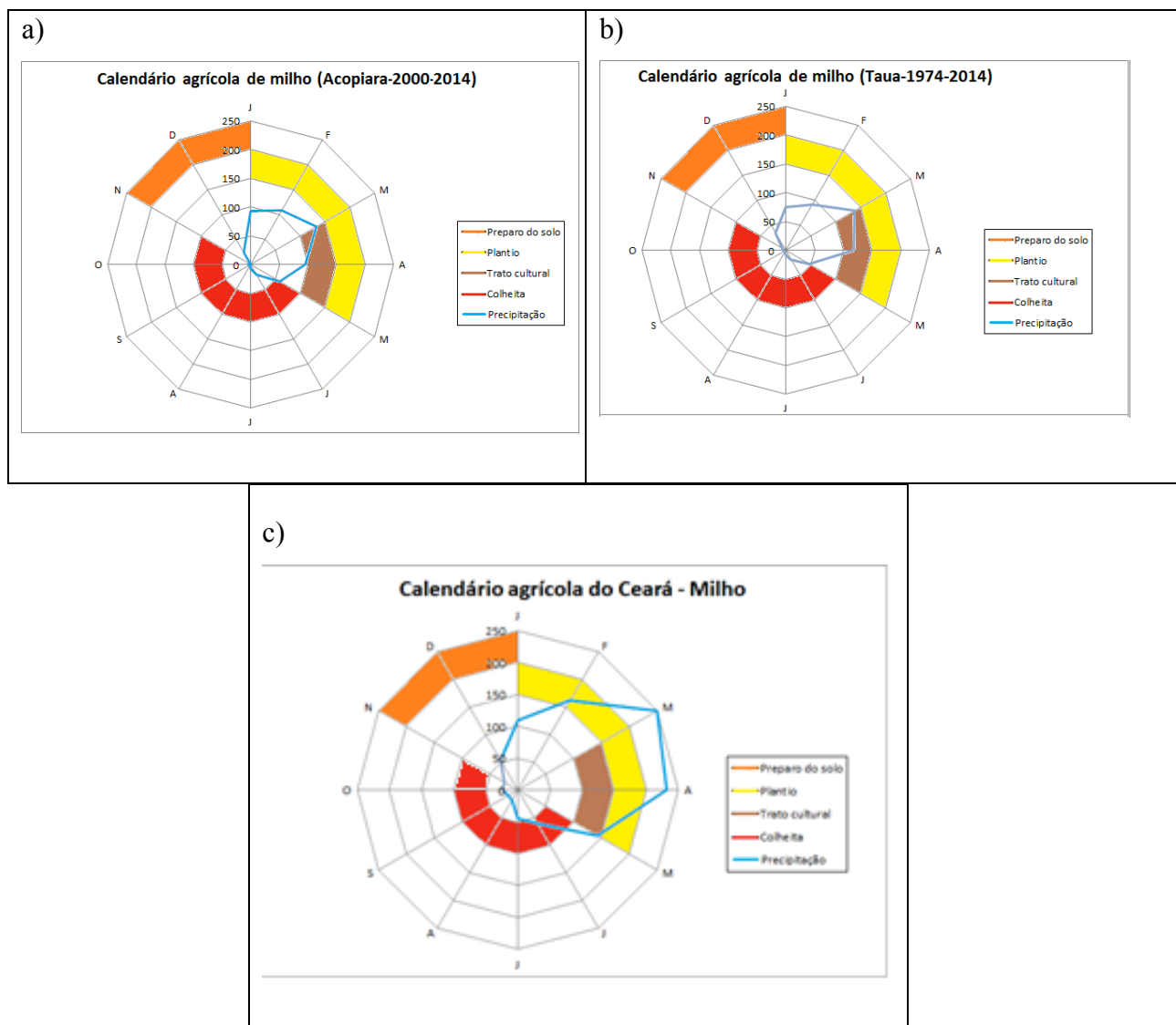
O milho pode ser plantado na maioria das áreas no período chuvoso, é uma cultura típica de sequeiro no Ceará. Portanto, conhecer o número de dias secos consecutivos é de muita importância na determinação da época do plantio. Dias secos são considerados como sendo aqueles em que a precipitação é inferior a 5 mm. As máximas produtividades ocorrem quando o consumo de água durante todo o ciclo do plantio está entre 50 mm e 800 mm e a cultura exige um mínimo de 350 mm a 500 mm para que produza sem necessidade de irrigação (MONTEIRO et al., 2003).

Tendo como base a informação de Monteiro et al., (2003), de que a cultura exige um mínimo de de 350 mm a 500 mm na época de plantio (Janeiro até Abril), temos que climatologicamente Acopiara e Tauá tem um acumulado de chuva nesses meses de 429,75 mm e 423,99 mm, respectivamente satisfazendo o valor mínimo necessário de chuva para o cultivo de feijão, sem necessidade de irrigação.

Em condições de clima quente e seco, o consumo de água raramente excede 3mm por dia, quando a planta apresenta em torno de 30 cm de altura, e no período que vai da iniciação floral a maturação, pode atingir valores de 5 a 7 mm por dia.



**Figura 31.** Calendário agrícola do milho em Acopiara (a) e Tauá (b) e c) Ceará.



O calendário agrícola para o feijão é mostrado na Figura 32 (a e b), sendo que de fevereiro a abril realiza-se o plantio, e de maio a agosto realiza-se a colheita. Observa-se que em ambos os municípios a máxima intensidade de chuva ocorre em março com 184,8 mm em Alto do Santo, e 159 mm em Canindé. Na figura 30 (c) apresenta-se o calendário agrícola do Ceará para o cultivo de feijão, e ao comparar com os outros municípios verifica-se que o mês de março, é o mês de máxima chuva. Porém, também encontram-se abaixo da média do estado do Ceará. No mês de dezembro, que se inicia o preparo do solo a chuva é de 120 mm no Ceará, enquanto em Alto do Santo e Canindé, é de 80 mm e 70 mm respectivamente.

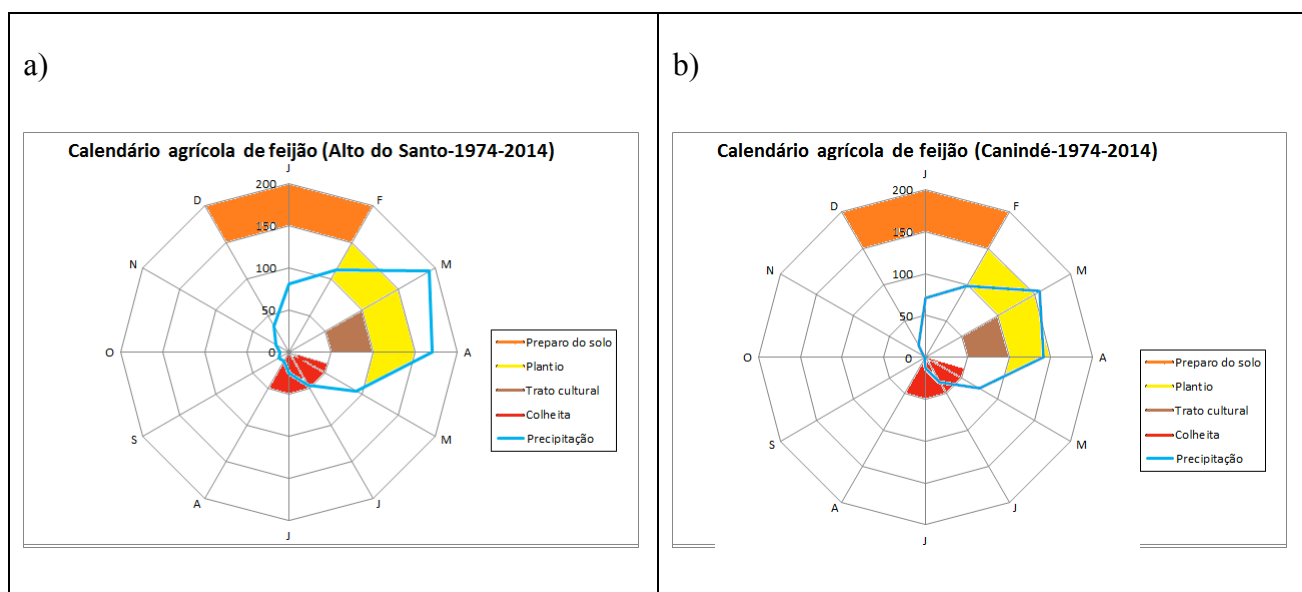
Segundo Cardoso et al. (1997), para que não haja necessidade de irrigação na cultura do feijão-caupi, é necessário que haja no mínimo 300 mm de precipitação em todo o seu ciclo do plantio. Assim, nas regiões em que as médias pluviométricas apresentem oscilação entre a

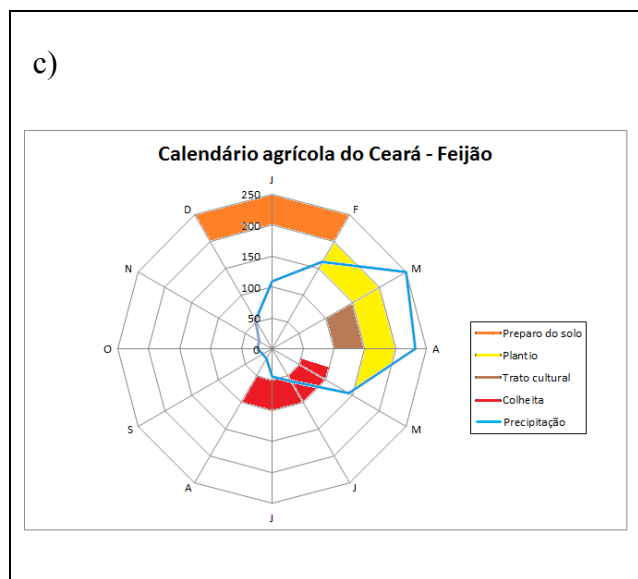
mínima de 250 e a máxima de 500 mm anuais são consideradas adequadas para a implantação da cultura do feijão-caupi.

Em alto do Santo o acumulado mensal dos meses de fevereiro até abril, época de plantio é aproximadamente de 472,2 mm, e em Canindé é de 407,8 mm. Estes valores estão dentro do permitido para a plantação de feijão sem irrigação. Entretanto, a limitação em termos hídricos encontra-se mais diretamente condicionada à distribuição do que à quantidade total de chuvas ocorridas no período no desenvolvimento dessa cultura. A ocorrência de ligeiros déficits hídricos no início do desenvolvimento da cultura pode concorrer para estimular um maior desenvolvimento radicular das plantas, porém, estresse hídrico próximo e anterior ao florescimento pode ocasionar severa retração do crescimento vegetativo, limitando a produção (FANCELLI e DOURADO NETO, 1997).

Outros estudos relacionados com o consumo de água do feijão-caupi indicam que este pode ter a variação de 300 a 450 mm de água em seu ciclo, dependendo de três fatores: o cultivar, o solo e as condições climáticas locais. O consumo hídrico diário raramente excede 3,0 mm, quando a planta está na fase inicial de desenvolvimento (DOORENBOS e PRUITT, 1997). Os acumulados mensais em Alto do Santo e Canindé na época de plantio também satisfazem este intervalo.

**Figura 32.** Calendário agrícola do feijão em Alto do Santo (a) e Canindé (b) e c) Ceará.





Um calendário agrícola pode auxiliar o agricultor em novas tomadas de decisões, obtendo menores riscos de perdas de sua plantação. Muitos agricultores normalmente não têm acesso a novas tecnologias em seus projetos e ações, pelo fator do poder aquisitivo mais baixo ou até mesmo pelo hábito de cultivar velhas práticas. Por fim, espera-se com a construção de um melhor planejamento agrícola municipal, que haja um melhor aproveitamento dos processos que envolvem em especial, os pequenos agricultores, que por consequência de mercado, e questões financeiras são os mais atingidos pelas perdas em processos de fabricação, colheita, plantio, logísticas de entregas ou pela simples economia na hora de produzir os cultivos.

A escassez de chuva no Nordeste é uma perturbação que se repete e coloca a necessidade de adaptação da população às condições ambientais. A variabilidade climática natural com regime irregular de chuvas é uma característica do Semiárido.

No futuro, pode-se repetir a ocorrência de vários períodos de seca prolongada, assim as experiências de convivência com a seca servem para analisar de que modo a população reage às situações de escassez de recursos naturais, seja pelo aprendizado dos anos que sofreram com a seca, ou adaptação da agricultura com um melhor planejamento e novas tecnologias.

O Grupo de Trabalho em Previsão Climática Sazonal (GTPCS) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) divulgou a previsão sazonal para os meses de janeiro, fevereiro e março de 2016. Os dados apontam que o regime de chuvas brasileiro ainda será influenciado pelo fenômeno El Niño – as temperaturas do Oceano Pacífico chegaram a

registrar valores até 4°C maiores que o normal no mês de novembro. A previsão por consenso indica que, nos três próximos meses, há uma probabilidade maior de que o volume de chuvas seja abaixo da normal climatológica em grande parte das Regiões Norte e Nordeste. O Ceará também tem previsão de terem um regime de chuvas abaixo do patamar histórico (40%) podendo ocasionar uma queda na produtividade agrícola no próximo ano.

Portanto, a disponibilidade de precipitação durante o ano é o fator determinante para quantificar a produção agrícola (TUCCI et al., 2009).

### **5.7 - Calendário agrícola: um estudo de caso para os anos de 2008 e 2014**

O estudo de caso foi elaborado para analisar, em cada município, a falta ou excesso de chuva em cada fase do desenvolvimento do cultivo (preparo do solo, plantio, trato cultura e colheita) durante um ano chuvoso (2008) e um ano seco (2014). Isto possibilitará ver as diferenças para anos específicos, uma vez que os calendários são feitos para as climatologias mensais de chuva, considerando um período de no mínimo de 30 anos, e representam um padrão médio. Os calendários para cada município consideraram uma escala temporal menor, a cada 10 dias (padrão decendial), para os anos de 2008 e 2014.

O zoneamento agrícola de risco climático estabelece o período de plantio por decêndio, ou seja, a cada 10 dias do mês. Portanto, em um ano civil haverá 36 decêndios conforme pode ser verificado nos calendários agrícolas apresentados com três decêndios para (J) janeiro, (F) fevereiro, (M) março, (A) abril, (M) maio, (J) junho, (J) julho, (A) agosto, (S) setembro, (O) outubro, (N) novembro, (D) dezembro. O período 1 (J) refere-se ao decêndio 1 a 10 de janeiro, o período 2 (J), se refere a decêndio 11 a 20 de janeiro, o período 3 (J) de 21 a 31 de janeiro, e assim sucessivamente, até o último decêndio do ano, o período 36 para o decêndio 21 a 31 de dezembro.

Segundo Nobre et al. (2004), veranicos são dias consecutivos sem chuva ou com totais menores ou iguais a 1mm, para uma sequência de no mínimo de 05 dias de um período chuvoso. Os anos de seca têm a característica de apresentarem veranicos maiores, em anos de muita chuva os veranicos podem ter seu tamanho reduzido, como também a diminuição na frequência de veranicos.

Na figura 33 mostram-se os calendários agrícolas do milho junto com o ciclo decendial da chuva dos municípios de Acopiara e Tauá para os anos de 2008 e 2014, sendo que de janeiro a abril é a época ideal para fazer o plantio, e de maio a outubro deve-se realizar a colheita segundo a CONAB.

Comparando a distribuição das chuvas nesses dois anos, em Acopiara, é visível a diminuição das chuvas no ano de 2014, no mês de março, de máximas chuvas.

Acopiara mostra máxima intensidade de chuva no terceiro decêndio de março em 2008 com 241 mm, quando comparado com o terceiro decêndio em março de 2014 (103 mm), sendo que na climatologia mensal histórica este município apresenta uma chuva de 132,7 mm. Assim, houve um excesso de chuva de 108,3 mm em 2008 e falta de chuva de 29,3 mm em 2014. Por outro lado, houve aumento das chuvas no terceiro decêndio de abril em 2008, diferente de 2014 que ocorreu no primeiro decêndio de maio em 2014.

Na estação chuvosa de 2008 ocorreram veranicos (períodos de no mínimo 5 dias consecutivos sem chuva) no primeiro decêndio de março e abril em Acopiara, mas não foi detectado queda na quantidade produzida de milho (Figura 21), o que pode estar relacionado com um bom manejo do trato do cultivo e boa técnica agrícola para a produção de milho. Neste ano, a melhor época para o cultivo ocorre do segundo decêndio de março ao terceiro decêndio de abril, onde se concentraram a maior quantidade de chuva. Em 2014, houve maior frequência de veranicos, no primeiro e terceiro decêndio de março, e no terceiro decêndio de abril, resultando na falta de água para o desenvolvimento do milho. Esta situação influenciou na queda da quantidade produzida de milho (Figura 21).

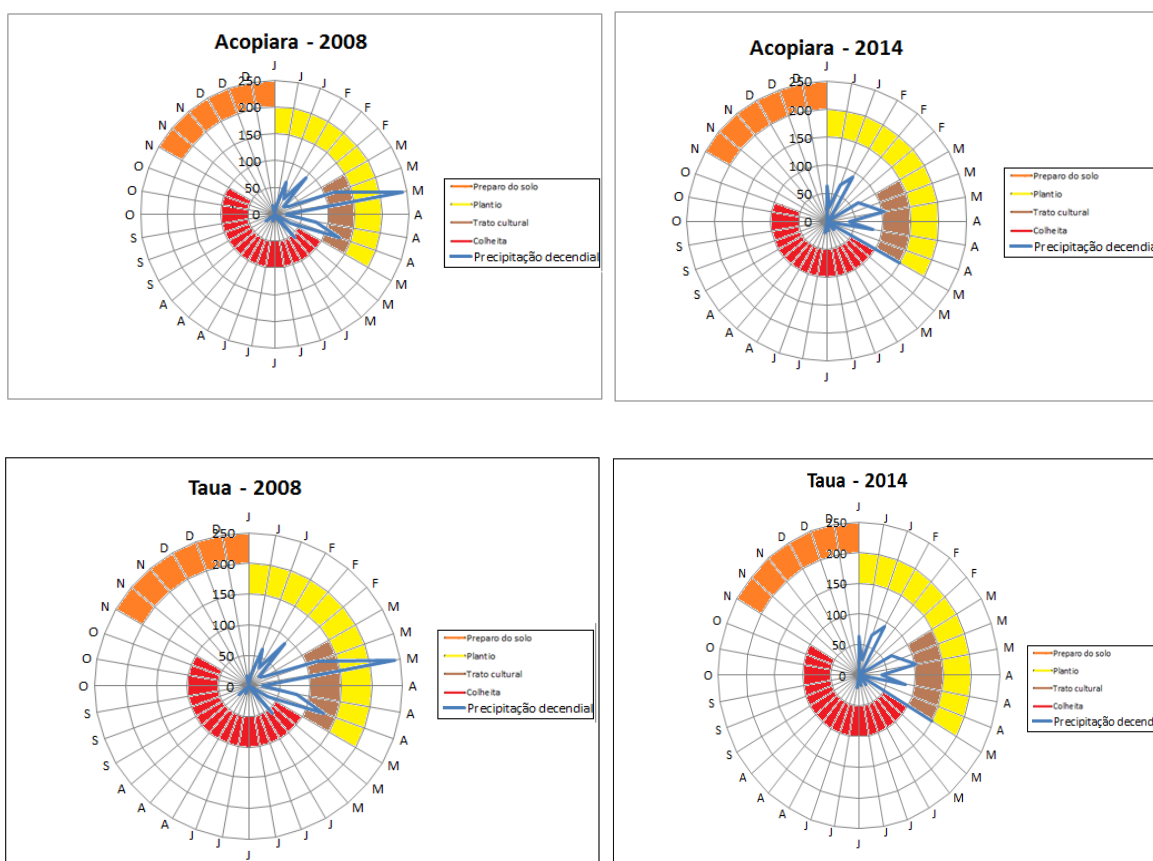
Em Tauá, a climatologia mensal da chuva mostrou que o mês de máximas chuvas é março com um valor de 138,8 mm. Em 2008, a máxima intensidade de chuva foi de 328,5 mm, havendo um excesso de chuva de 189,7 mm. No entanto para o ano de 2014, e no mês de março a chuva foi bem inferior (42,8 mm) com um déficit da chuva de 96 mm. A distribuição das chuvas por decêndio mostrou o terceiro decêndio de março em 2008 com 141,5 mm e o terceiro decêndio de março em 2014 com 23,6 mm, mostrando que em 2008 houve excesso de chuva no cultivo. É importante ressaltar que um excesso de água no solo também pode prejudicar a maturação da semente.

A época de plantio é de 21/12 até o mês de abril, e o cultivo necessita de até 5 mm de água por dia durante seu crescimento. No entanto, nos períodos que se apresentaram muitos dias com 0 mm de chuva durante todo o ciclo, e somente em alguns dias se apresentam chuvas de moderada intensidade em Acopiara e Tauá. Embora seja necessário a quantidade de 5mm de água por dia para o cultivo, a distribuição da chuva diária não é contínua, isto é, não chove todos os dias, a chuva se distribui ao longo do mês, podendo ter dias consecutivos de chuva.

Em Tauá, houve de fato uma diminuição das chuvas em 2014 durante o período do plantio, esta situação deve ter influenciado na diminuição da área plantada (Figura 28) e consequentemente na baixa quantidade produzida do cultivo do milho (Figura 21) como analisado nas seções anteriores. No primeiro decêndio e terceiro decêndio de março, e no segundo e terceiro decêndio de abril de 2014, ocorreram veranicos (dias consecutivos com 0 mm de chuva).

No período chuvoso em 2008 não foram detectados ocorrências de veranicos em Tauá, e apresentou aumento na quantidade produzida de milho (Figura 21), devido à existência de água suficiente para a boa desenvoltura das fases fenológicas do milho.

**Figura 33.** Calendário Agrícola nos municípios de Acopiara e Tauá para os anos de 2008 e 2014.



Na figura 34 observa-se o calendário agrícola de arroz de Aurora e Limoeiro do Norte, junto com os valores de precipitação para cada decêndio, para os anos de 2008 e 2014, sendo que de janeiro até março deve-se fazer o plantio, e de maio até agosto realizar a colheita segundo o CONAB. Aurora apresenta a máxima intensidade de chuva em março de 2008 com 313,5 mm, enquanto que em março de 2014 com 254,3 mm. O valor

climatológico para este mês é de 177,7mm, pelo que em 2008 houve um excesso de 135,8 mm e em 2014 de 76,6 mm.

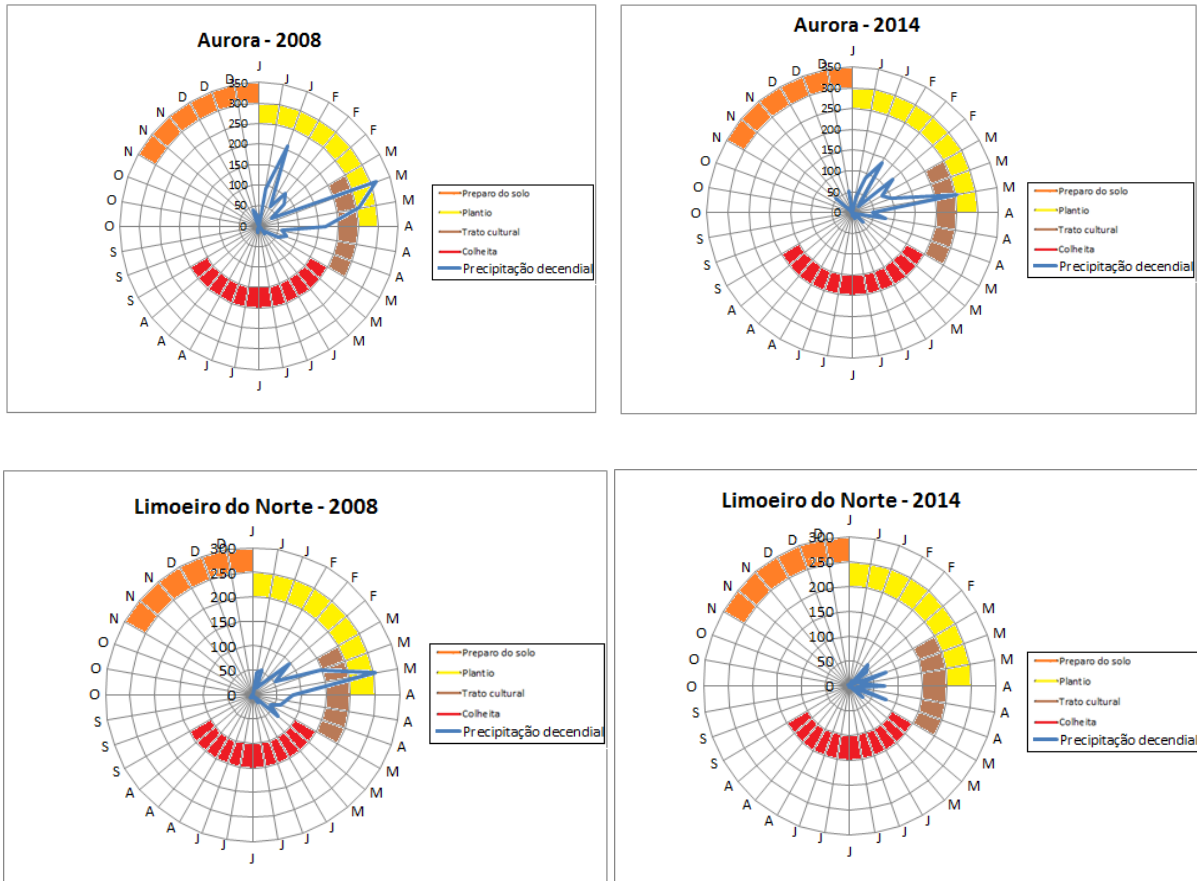
No período de 1 a 10 de janeiro (primeiro decêndio) em 2008, observou-se apenas um veranico, e no mês de máxima intensidade de chuva não houve veranicos. Porém, nesse ano houve queda na quantidade produzida de arroz (Figura 20), que pode ter sido ocasionada por outros fatores ligados com o manuseio das atividades agrícola. Já, em 2014, ocorreram veranicos no segundo decêndio de fevereiro, no terceiro decêndio de março e abril, ocasionando falta de água para a maturação e floração dos grãos de arroz, e resultando em uma diminuição na quantidade produzida de arroz (Figura 20).

Limoeiro do Norte em 2014 apresentou o mês de máxima intensidade de chuva em abril, sendo que na climatologia o mês de máxima intensidade é março.

Para o mês de março de 2008 a máxima intensidade de chuva foi de 259,6 mm, e em 2014 foi de 101,2 mm. Sendo a média mensal do período histórico ou climatológico de 180,6 mm, a precipitação em 2008 ficou 79 mm acima do valor histórico, e 79,4 mm abaixo em 2014. Não foram encontrados na literatura valores ou limiares específicos de quantidade de água de chuva diária necessária para o desenvolvimento do arroz.

Em Limoeiro do Norte em 2008, não foi observado veranicos nos meses de máxima intensidade de chuva (março e abril), pelo que se infere que não apresentou déficit hídrico para o desenvolvimento do arroz em todo o seu ciclo, podendo ser um dos motivos para a não diminuição da quantidade produzida de arroz neste ano como identificado na seção de quantidade produzida de arroz (Figura 20). Já, no primeiro e terceiro decêndio de março e no segundo e terceiro decêndio de abril em 2014, ocorreram veranicos que podem ter influenciado na diminuição da quantidade produzida de arroz (Figura 20), pois o enchimento de grãos também é afetado pelo déficit hídrico que ocorre após o florescimento (Kobata et al., 1992).

**Figura 34.** Calendário agrícola do arroz em Aurora e Limoeiro do Norte no ano de 2008 e 2014.



A Figura 35 mostra o calendário agrícola para o feijão junto com o ciclo de chuva decendial, para os municípios de Alto do Santo e Canindé, para os anos de 2008 e 2014. Nos meses de janeiro até março deve-se fazer o plantio, e de abril até Julho deve-se realizar a colheita segundo a CONAB.

No município de Alto do Santo a máxima intensidade de chuva ocorreu em março de 2008 com 314 mm, e em março de 2014 com 198,2 mm, resultando em um excesso de 129,2 mm e 13,4 mm acima do valor climatológico respectivamente. Durante a estação chuvosa de 2008, não ocorreram veranicos em Alto do Santo, podendo relacionar a baixa quantidade produzida de feijão (Figura 22) com outros fatores além do clima, como falta de assistência técnica entre outros. Em 2014 houveram veranicos no primeiro e terceiro decêndio de março, e no terceiro decêndio de abril, ocasionando déficit de água para o desenvolvimento do feijão, o que influenciou com a queda mais acentuada da quantidade produzida de milho devido a seca (Figura 22).

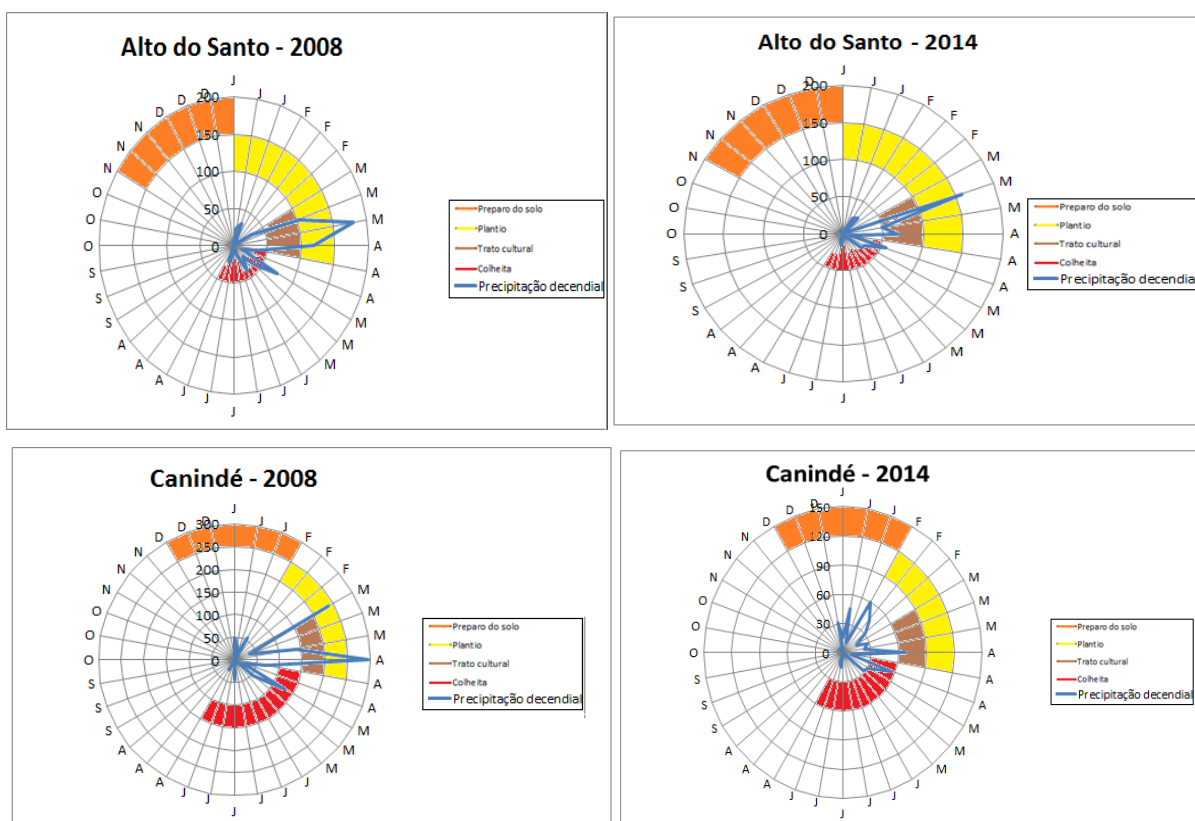


Em Canindé ocorreu a maior intensidade de chuva no período histórico de 1974-2014 em março com 159 mm, sendo que no mês de março em 2008 houve 246,5 mm de precipitação, enquanto em 2014, apresentou 42 mm, apresentando um excesso de 87,5 mm e um déficit de aproximadamente 117 mm, o mês de máxima chuva ocorreu em abril e houve 64,9 mm. Assim, Canindé, em 2014, apresentou precipitação abaixo do valor padrão para o desenvolvimento da cultura do feijão durante a fase do plantio, o que deve ter influenciado na baixa produtividade desse cultivo como observado nas análises anteriores.

O consumo hídrico diário raramente excede 3,0 mm, quando a planta está na fase inicial de desenvolvimento, segundo Lima (1989), é necessário a quantidade de 3 mm de água por dia para o cultivo de feijão, na distribuição da chuva diária.

No período chuvoso em 2008 não foram apresentadas ocorrências de veranicos em Canindé, e o aumento da quantidade produzida de feijão (Figura 22) como demonstrado no estudo, deve-se também à boa condição climática, sendo um ano sem seca. Já, no primeiro decêndio e terceiro decêndio de março, e no terceiro decêndio de abril de 2014, ocorreram veranicos, prejudicando o crescimento e florescimento do milho. A diminuição das chuvas e alta frequência de veranicos se relacionaram com a queda na produção de feijão (Figura 22).

**Figura 35.** Calendário agrícola do feijão em Canindé e Alto do Santo no ano de 2008 e 2014.



O calendário agrícola, permite o agricultor obter informações valiosas como a precipitação anual, início e término da estação de chuvas, e as melhores épocas para realizar o plantio e colheita das principais culturas produzidas em determinada região, diminuindo os riscos de baixa produção em razão da variação climática, e sendo de fácil entendimento.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No contexto atual, as alterações climáticas vêm despertando interesse em diferentes ciências, e este trabalho dá ênfase na área da agrometeorologia, e objetiva entender a influência da chuva na produtividade de arroz, milho e feijão no estado do Ceará e em alguns municípios específicos com concentração de agricultura familiar. Os municípios de Aurora e Limoeiro do Norte, Alto do Santo e Tauá, Acopiara e Canindé se destacaram como maiores produtores de arroz, feijão e milho.

Os resultados apontaram as áreas de maior concentração de estabelecimento familiares no estado de Ceará, e identificou-se os municípios com 90% a 100 % de estabelecimentos familiares, principalmente na área do Sertão Cearense, obtêm 40 % a 60 % de área agrícola total por município.

Na climatologia sazonal do estado do Ceará e dos municípios estudados, os meses com maior total pluviométrico concentram-se entre fevereiro e abril, os quais estão sobre a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). As maiores intensidades de chuva são observadas em Aurora, Alto do Santo, e Limoeiro do Norte, enquanto a mínima intensidade foi observada em Tauá e Acopiara.

Por outro lado, o impacto do fenômeno El Niño e La Niña possui efeitos regionais nos padrões de precipitação no estado do Ceará, e conseqüentemente, na produção agrícola. Destacaram-se os anos do El Niño forte de 1990-1993 e 1997-1998 que ocasionaram secas severas, segundo o índice SPI, e influenciaram diretamente na diminuição da quantidade produzida, e no aumento das áreas perdidas de cultivos de arroz (Aurora), feijão (Alto do Santo e Canindé) e milho (Tauá). Também em quase todos os municípios estudados foi evidente a diminuição das chuvas a partir do ano de 2012 até 2014, como indicado pelo índice SPI com indicativo de seca entre moderada e extrema, sobretudo nos municípios de Aurora, Tauá e Canindé, com a conseqüente queda da produtividade dos cultivos de arroz, milho e feijão.

No que se refere ao calendário agrícola como instrumento de auxílio para o

planejamento dos agricultores, foram construídos calendários específicos para cada município, considerando o cultivo e o padrão mensal das chuvas. Verificou-se que para cada localidade deve ser elaborado um calendário agrícola específico segundo o cultivo, e não utilizar um calendário realizado para todo o estado do Ceará, pois o padrão de chuva é variável de local para local, como foi verificado nos municípios de Acopiara, Tauá e Limoeiro do Norte para os cultivos de feijão, milho e arroz respectivamente. O resultado do trabalho apontou os meses mais adequados para realizar o plantio em cada município, sendo em janeiro a março em Alto do Santo, Canindé, Limoeiro do Norte e Aurora, e Tauá e Acopiara de janeiro a abril, com o intuito de garantir um bom desenvolvimento do cultivo, de forma a diminuir a exposição da cultura aos riscos climáticos. Ainda assim, há o risco de que ano a ano o comportamento mensal das chuvas mude como foi observado no estudo de caso de 2008 e 2014, impactando fortemente a quantidade produzida dos cultivos em estudo. A produção agrícola cearense em 2014 foi prejudicada pelo fator climático, devido ao déficit pluviométrico.

Na presente análise foi observado veranicos entre março e abril em 2014, prejudicando no crescimento e florescimento do arroz, feijão e milho, contribuindo para a queda na quantidade produzida neste ano. Contudo, a análise não pretende afirmar que a variabilidade das chuvas é o único fator climático que prejudica os resultados produtivos do arroz, feijão e milho nos municípios do Ceará. Porém há de se observar no estudo certa relação entre meses que apresentaram diminuição anuais e mensais de chuvas, com perdas nos totais de produção em relação à área total plantada.

Importante ressaltar que este estudo se concentrou na análise da influência das chuvas para cultivos típicos da agricultura familiar e em municípios do estado de Ceará com grande número de estabelecimentos familiares, mas o resultado final da quantidade produzida de um determinado cultivo depende de muitos outros fatores tão importantes como as chuvas, sejam estes: assistência técnica, créditos, tipo de solo e até programas de políticas públicas oferecidas para o Estado e para cada município. Trabalhos futuros que incluam esses fatores devem ser realizados para aprofundar as diferentes formas de otimizar uma maior produtividade onde os ganhos sejam sentidos principalmente pelos agricultores familiares.

Contudo, a baixa disponibilidade hídrica é um fato, principalmente em anos com baixos totais pluviométricos, mostrando que há muito a ser feito para que o problema seja amenizado. Para responder a este desafio, a chave é a implantação de políticas, programas e projetos adequados a cada realidade local e que considerem as características tanto sociais

como físicas. Dessa forma, além das demandas regionais também é importante refletir as necessidades na escala dos municípios, buscando incentivo em políticas de convivência com a seca que, por meio de tecnologias simples e baratas, vêm mudando a vida de muitos agricultores dessas regiões do semiárido brasileiro (PONTEL,2013).

Para desenvolvermos tais práticas é essencial aprofundarmos o conhecimento em relação aos padrões de precipitação na escala municipal e assim contribuir para o entendimento das dinâmicas naturais e climáticas do semiárido. Tal conhecimento contribuirá no desenvolvimento de tecnologias com o objetivo de universalizar os meios e recursos para que os agricultores familiares tenham a garantia da produção familiar sustentável e adequada para alcançar sua soberania, segurança alimentar e nutricional como também boa qualidade para seus cultivos.

## 7. BIBLIOGRAFIA

ABRAMOVAY, R. **Agricultura, Diferenciação Social e Dsempenho Econômico**. Projeto IPEA-NEAD/MDA – Banco Mundial, São Paulo, FEA-USP, 2000.

ABRAMOVAY, R. **Agricultura familiar e desenvolvimento territorial**. In: Reforma Agrária Revista da ABRA, v. 28-9, n.1, 2, 3, jan-dez, 1998-99.

ADGER, W. N. **Social and ecological resilience: are they related? Progress in Human Geography**, v. 24, n. 3, p.347-364, 2000 R, J.; FUENTES, M. M. P. B.; RANDRIAMAHAZO, H. Exploring Social Resilience in Madagascar's Marine Protected Areas. *Ecology And Society*, v. 14, n. 1, p.1-20, 2009.

ALFATIN, I. **Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar**. Brasília: Contag, 2007. Disponível em: <<http://www.contag.org.br/enfoc/arquivos/documento/70/fl1282reflexoes-sobre-o-conceito-de-agricultura-familiar---iara-alfatin---2007.pdf>>. Acesso em: 19 de jan. 2016.

ALONÇO, A. S. et al. **Cultivo do arroz irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 3 ISSN 1806-9207. Versão Eletrônica Novembro/2005.

ALVES, J. M. B.; RAPELLI, C. - **A variabilidade pluviométrica do setor norte do nordeste e o evento El Niño - Oscilação Sul (ENOS)**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 7, n.2, p 583 – 592, 1992.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 332, 2003.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BARROS, A .H. C.; SILVA, C. O. e FREIRE FILHO, F. R. **Zoneamento de risco climático para a cultura do feijão-caupi no Estado do Ceará**. Revista Ciência Agronômica, v.38, n.1, p.109-117, 2007.

AQUINO, J. R. *et al.* **Dimensão e localização do público potencial do PRONAF “B” no Brasil: uma análise a partir do Censo Agropecuário 2006**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 49., 2011, Belo Horizonte/MG. *Anais...* Belo Horizonte/MG: SOBER, 2011.

\_\_\_\_\_. *et al.* Dimensão e características do público potencial do Grupo B do PRONAF na região Nordeste e no estado de Minas Gerais. In: SCHNEIDER, S., FERREIRA, B. e ALVES, F. (Orgs.). **Aspectos multidimensionais da agricultura brasileira: diferentes visões do censo agropecuário 2006**. Brasília/DF: IPEA, 2014. p. 77-105. (Capítulo 3).

ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F.; SILVA, J. S.; SEDIYAMA, C. S. **Influência da secagem e debulha das vagens na germinação e no vigor de sementes de feijão**. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.6, n.2, p. 97-110, 1984.

ASSAD, E. D.; PELLEGRINO, G. Q.; PINTO, H. S. **Mudanças climáticas e o Semiárido brasileiro ICID+18**. In: 2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas. Fortaleza - Ceará, Brasil, 16-20 de Agosto, 2010. 13 p.

BACK, A. J. **Necessidade de irrigação da cultura de feijão no sul do estado de Santa Catarina**. Rev. Tecnol. Ambiente, Criciúma, v.7, n.1, p.35-44, jun. 2015.

BEZERRA, R. B. **Variabilidade espacial do balanço hídrico climatológico da região Norte do Brasil e influência do desmatamento em Porto Velho – RO**. Dissertação de Mestrado, Campina Grande – PB, UFCG, p. 74, 2004.

BEZERRA, A. A. de C.; TÁVORA, F. J, A, F.; FREIRE FILHO, F, R.F; RIBEIRO, V. Q. **Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais**. Revista de Biologia e Ciência da Terra, v.8, n. 1, p.85-92, 2008.

BERGAMASCHI, H. et al. **Déficit Hídrico e Produtividade na Cultura do Milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BERGAMASCHI, H. et al. **Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n.9, p. 831- 839, 2004.

BERKES, F. **Understanding uncertainty and reducing vulnerability: lessons from resilience thinking**. Nat Hazards, v. 41, p.283-295, 2007

BIANCHINI, V. **Políticas diferenciadas para a Agricultura Familiar: em busca do Desenvolvimento Rural Sustentável**. In: BOTELHO FILHO, Flávio Borges (org.).

Agricultura Familiar e Desenvolvimento Territorial: Contribuições ao Debate / – Brasília: Universidade de Brasília, Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares, Núcleo de Estudos Avançados. v. 5, n. 17, 2005, pp. 81-98.

BITTENCOURT, G. A.; BIANCHINI, V. **Agricultura familiar na região sul do Brasil**. Consultoria UTF/036-FAO/INCRA, 1996.

BLAIN, G. C. **Considerações estatísticas relativas a oito séries de precipitação pluvial da secretaria de agricultura e abastecimento do estado de São Paulo**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, p.12-23, 2009.

BRASIL. DECRETO No 1.946, DE 28 DE JUNHO DE 1996. **Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/D1946.htm>. Acesso em: 12 jun. 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável alimentos seguros** / Secretária de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, p. 1008, 2009.

BRITTO, P. A. P.; ROCHA, C. H. **Seguro da agricultura familiar e mecanismos financeiros subjacentes aos instrumentos da agricultura familiar**. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL - SOBER, 48., 2010, Campo Grande. Anais.Campo Grande: SOBER, 2010.

BRITTO, F.; BARLETTA, R.; MENDONÇA, M. **Regionalização sazonal e mensal da precipitação pluvial máxima no estado do rio grande do sul**. Revista Brasileira de Climatologia, Associação Brasileira de Climatologia. Presidente Prudente, SP. v. 02, n. 02., pp. 35-51, 2006.

BRESEGHELLO, F.; RANGEL, P. H. N.; MORAIS, O. P. de.; **Ganho de produtividade pelo melhoramento genético do arroz irrigado no nordeste do Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 399-407, mar. 1999.

BUAINAIN, A. **Recomendações para a formulação de uma política de fortalecimento da agricultura familiar no Brasil**. Campinas: Convênio FAO/INCRA, 1997.

BUAINAIN, A. M.; ROMEIRO, A. R. **A agricultura familiar no Brasil: agricultura familiar e sistemas de produção.** (Projeto UTF/BRA/051/BRA).Campinas: FAO/INCRA,P. 58, 2000.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate.** Brasília: IICA, 2006.

BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, P. A. **Seguro agrícola no Brasil: desafios e potencialidades.** **Re- vista Brasileira de Risco e Seguro**, v. 7, n. 13, p. 39-68, 2011. R. Bras. Risco e Seg., Rio de Janeiro, v. 7, n. 13, p. 39-68, abr./set. 2011 51. Acesso em Abril 2016: [http://www.rbrs.com.br/arquivos/rbrs\\_13\\_2.pdf](http://www.rbrs.com.br/arquivos/rbrs_13_2.pdf)

CALBETE, N. O; GAN, M.; SATYAMURTHY, P. **Vórtices ciclônicos de alta troposfera que atuam sobre a região do Nordeste do Brasil.** Climanálise Especial; Edição Comemorativa de 10 anos. MCT/INPE/CPTEC. Cap. 21,1996.

CARDIM, S. K.; GUANZIROLI, C. H. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto.** Brasília: MDA/INCRA, 2000. 74p. (Projeto de Cooperação Técnica (FAO/INCRA).

CARMO, R.B.A. **A Questão Agrária e o Perfil da Agricultura Brasileira**, 1999. Disponível em <http://www.cria.org.br/gip/gipaf/itens/pub/sober>. Acesso em junho de 2014.

CASTRO, F. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; PEZZOPANE, J. R. M.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A.C. **Zoneamento agroclimático para espécies do gênero Pinus no Estado do Espírito Santo.** Floresta, v.40, n.1, p.235-250, 2010.

CAVALCANTI, I. F. A; KOUSKY, V. E. **Influências da circulação da escala sinótica na circulação da brisa marítima na costa N-NE da América do Sul.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, v2, 1982, Pelotas- RS. Anais. Pelotas: SBMET,1982.

CAVALCANTI, A. F. I.**Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, p. 463, 2009.

CHOU, S. C.; **Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o oceano Atlântico Equatorial Sul.** Dissertação de mestrado, INPE – 5222 – TDL / 437,1990.



COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE C. A. **Aspectos climatológicos das linhas de instabilidade na Amazônia**. Climanálise, São José dos Campos, v. 4, n.11, p. 34-40, Nov. 1989.

COHEN, J. C. P.; SILVA DIAS, M. A. F.; NOBRE, C. A.; **Environmental conditions associated with amazonian squall lines: a case study**. Mon. Wea. Rev. 123, p. 3163-3174, 1995

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB) – **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos, Safra 2010/2011**, Décimo Segundo Levantamento, Setembro 2011. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 09 agosto de 2014.

COUTINHO, E. C.; FISH, G. **Distúrbios ondulatórios de leste (DOLs) na região do centro de lançamento de Alcântara – MA**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 22, n. 2, p. 193-203, 2007.

CUNHA, G. ASSAD, E.D. **Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Passo Fundo, v.9, n.3, (No Especial: Zoneamento Agrícola), 2001. pp.377-385.

CLIMANÁLISE - Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Cachoeira Paulista, SP, Brasil, INPE/CPTEC, 1986.

CRUZ, J. C. **Cultivo do milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção. Disponível em: Acesso em: 03 abril. 2014.

DIAS, A. **Garantia-Safra: mais segurança para os agricultores familiares. Ministério do Desenvolvimento Agrário**. 9 mar. 2015. Disponível em: Acesso em: 11 nov. 2015

DINIZ A.F, GALVANI, E. **Abordagem preliminar sobre a distribuição temporal das chuvas no município de Feira de Santana (BAHIA-BRASIL) e seus efeitos na produtividade de milho**. Encontro de Geógrafos da América Latina. Perú, 2013.

DINIZ A.F, GALVANI, E. **Estudo da precipitação pluviométrica relacionada com a produtividade do milho no município de feira de santana (Bahia-Brasil)**. Anais do VII CBG, Vitoria,ES, 2014. Disponível em: [http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404330096\\_ARQUIVO\\_AlineFrancoDini](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404330096_ARQUIVO_AlineFrancoDini)

z\_VIICBG.pdf. Acesso em 15 de ago. 2015,

DOTY, B.E. **Using the Grid Anlysis and Display System Center for Ocean-Land-Atmosphere Interactions (COLA)**. Maryland, University of Maryland, jan 1992.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo de feijão caupi**. Sistema de Produção. 2. ISSN 1678-8818. Versão eletrônica. Jan 2003.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Zoneamento agrícola de risco climático: instrumento de gestão de risco utilizado pelo seguro agrícola do brasil**. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneameno\\_agricola\\_000f17v6vox02wyiv80ispccruh04mek.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneameno_agricola_000f17v6vox02wyiv80ispccruh04mek.pdf) Acesso em: Abril, 2015.

EMATERCE, EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO CEARÁ. **Relatório Sitprod do Estado do Ceará**. 2012. Disponível em: <<http://www.ematerce.ce.gov.br>> Acesso em: 9 de março de 2014.

ESPINOZA, E. S. **Distúrbios nos Ventos de Leste no Atlântico Tropical**. 1996, 149f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.

EVANGELISTA, F. R. **A agricultura familiar no Brasil e no Nordeste**. Fortaleza: BNB, 2000. Disponível em: [http://www.banconordeste.gov/content/Aplicacao/ETENE/Rede\\_Irigação/Docs/Agricultura%20Familiar%20no%20Brasil%20e%20no%20Nordeste.PDF](http://www.banconordeste.gov/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigação/Docs/Agricultura%20Familiar%20no%20Brasil%20e%20no%20Nordeste.PDF)>. Acesso em: 09 out. 2015.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. **Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região**. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol 1, n 1. 15-28 p, 2005.

FARINELLI, R. **Características agronômicas de arroz de terras altas sobplântio direto e adubação nitrogenada e potássica**. *Rev. Bras. Ciência do Solo* vol.28 n.3. Viçosa May/june 2004.

FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, p.37, 2009.

FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS **O fenômeno El Niño - Oscilação Sul. Teorias, observações e previsões** (Ed. Especial nº 5), p. 31, 1999.

FUNCEME, FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Estação Chuvosa de 2012 no Ceará é marcada pela irregularidade**. Disponível em: Disponível><http://www.funceme.br/index.php/comunicacao/noticias/362-estação-chuvosa-de-2012-no-ceará-é-marcada-pela-irregularidade> Acesso em: 9 de setembro de 2014.

FURTUOSO, M.C.O. e J.J.M. GUILHOTO (2003). **Estimativa e Mensuração do Produto Interno Bruto do Agronegócio da Economia Brasileira**, 1994 a 2000. Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Vol 41, n. 4, Nov./Dez., p. 803-827.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; ROCHA, M.M.; LOPES, A.C.A. **Adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos de linhagens de caupi de porte enramador**. Revista Ceres, v.49, n.234, p. 383-393, 2002.

GAN, M. A; KOUSKY, V. E. **Um Estudo Observacional sobre as Baixas Frias da Alta Troposfera nas Latitudes Subtropicais do Atlântico Sul e Leste do Brasil**. INPE, São José dos Campos, SP, 25 p.,1982.

GEHLEN, I. **Políticas públicas e desenvolvimento social rural**. São Paulo em Perspectiva, v 18, n 2, p 95-103, 2004.

GONÇALVES, J.S; SOUZA, S.A.M. **Agricultura familiar: limites do conceito e evolução do crédito**. Artigos: políticas públicas. Instituto de Economia Agrícola. 2005. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=2521>. Acesso em 12 de outubro de 2014.

GRIMM, A. M., FERRAZ, S. E. T.; CARDOSO, A. O. **Influência de El Niño sobre a chuva no Nordeste brasileiro**. Anais do X Congresso Brasileiro de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. Disponível em: <http://www.cbmet.com/cbm-files/13-42b77c25584315197f4b38c8ed6039d0.pdf>. Acesso em março, 2015.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. **Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais**. Economia Aplicada, v. 9, n. 2, p. p. 279-299, abr./jun. 2005.

GRIMM, A M., FERRAZ S. E. T.; e J. Gomes. **Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events.** *Journal Climate*, v. 11, p. 2863-2880, 1998.

GRIMM, A. M., V. R. BARROS, E M. E. DOYLE. **Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events.** *Journal of Climate*, 13, 3558, 2000.

GONÇALVES, J.S.; SOUZA, S.A.M. **Agricultura familiar: limites do conceito e evolução do crédito.** Artigos: políticas públicas. Instituto de Economia Agrícola, 2005. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=2521>. Acesso em 14 de setembro de 2014.

GUANZIROLI, C. et al. **Agricultura Familiar e Reforma Agrária no Século XXI.** Rio de Janeiro: Garamond, p. 284, 2001.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. **Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto.** Brasília, DF: INCRA/FAO, MDA, 2000. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/fao/pub3.html>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

GRISA, C. **Políticas públicas para a Agricultura Familiar no Brasil: produção e institucionalização das ideias.** Tese de Doutorado, 2012. Disponível em: <http://r1.ufrj.br/cpda/wp-content/uploads/2012/07/Tese-Catia-Grisa.pdf> Acesso em: jan,2016.

Hayes MJ, Svoboda MD, Wilhite DA, Vanyarkho OV. 1999. **Monitoring the 1996 drought using the standardized precipitation index.** *Bulletin of the American Meteorological Society* **80**(3): 429–438.

HASTENRATH, S. **On modes of tropical circulation and climate anomalies.** *Journal of Atmospheric Sciences*, v 35, n 12, p. 222-231, 1978.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. **Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil.** *Quarterly, Journal of the Royal Meteorological Society*, v.103, n.435, p. 77-92, 1977.

HWANG, Y.; CARBONE, G. J. **Ensemble Forecasts of Drought Indices Using a Conditional Residual Resampling Technique.** *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, v.48, n.7, p.1289-1301, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 5 abril de 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 de Maio de 2014.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Os recursos hídricos do Ceará: Integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, p 268, 2011. ISBN: 978-85-98664-20-0.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. Disponível em [www.incra.gov.br](http://www.incra.gov.br). Acesso; 05 de abril de 2014.

INMET. **Observações**. Disponível em <http://inmet.gov.br/html/observacoes.php?Ink=GR%E1ficos>. Acesso em março de 2015.

INSA. **Instituto Nacional do Semi-árido**. Disponível em <http://www.insa.gov.br/> Acesso:10 de Maio de 2014.

IPLANCE. **Instituto de Pesquisa e Informação do Ceará**. Desempenho do setor agropecuário do Estado do Ceará. Fortaleza, p.34, 1996.

KOBATA, T.; PALTA, J.A.; TURNER, N.C. **Rate of development of postanthesis water deficits and grain filling of spring wheat**. Crop Science, Madison, v.32, p.1238-1242, 19

KOUSKY, V. E. **Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil** Montly Weather. Review, v. 108, p . 488- 498, 1980.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. **Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic**. Tellus, v. 36, n. 6, p. 538-551, 1981.

LEMOS, J. J. S, BOTELHO, D.C. **Efeito da precipitação de chuvas na evolução da produção de alimentos no Ceará: Desdobramentos por períodos históricos recentes**. Encontro de Geógrafos da América Latina. Perú, 2013.

LIMA, M.G. **Evapotranspiração da cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp.** In : CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6., 1989, Maceió. *Anais . . .* Maceió: SBA, 1989. p.275-282.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPACNPMS, 1995. 27 P. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, MAPA. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático: Instrumento de Gestão de Risco Utilizado pelo Seguro Agrícola do Brasil.** Disponível em [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento\\_agricola\\_000f17v6vox02wyiv80isperruh04mek.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Zoneamento_agricola_000f17v6vox02wyiv80isperruh04mek.pdf). Acesso em: Maio, 2016.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO (MDA). **Gestão de riscos na agricultura familiar interação entre o seaf e o sistema de ater.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/seafID-Ltha1gJ3uZ.pdf>. Acesso: Abril, 2016.

MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil.** Parcerias Estratégicas, Brasília, nº 27, 2008.

MEDEIROS, R. D. et al. **Efeitos da compactação do solo e do manejo da água sobre os componentes de produção e a produtividade de arroz.** Ciência e Agrotecnologia. Vol.29 n.5, Lavras, Set/Out 20014.

MELO, A. B. C. **Previsibilidade da precipitação na Região Semi-Árida do Nordeste do Brasil, durante a estação chuvosa, em função do comportamento diário das chuvas na pré-estação.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Departamento de Ciências Atmosféricas (DCA). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Campina Grande-PB, p. 100 1997.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JUNIOR, J.B. **Agronegócio: Uma Abordagem Econômica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Texto, p. 206, 2007.

MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J. e Kleist, J. **The relationship of drought frequency and duration to time scales, In: Eighth Conference on Applied Clomatology,** Anaheim, California, 1993

MITIDIERI, F.J.; MEDEIROS, J.X. de. **Zoneamento agrícola de risco climático: ferramenta de auxílio ao seguro rural.** Revista de Política Agrícola, Brasília, v.17, n. 4, p 36-46, 2008.

MOLLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. **Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

MOTA, G.V. **Estudo observacional de distúrbios ondulatórios de leste no nordeste brasileiro**. São Paulo. 1997. 92p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Astronômico e Geofísico – USP.

NOBRE, C. A ; YANASSE, H.H; YANASSE, C.C.F. **Previsão de secas no Nordeste pelo método das periodicidades: uso e abusos**. Sao Jose dos Campos: INPE, p. 18,1982.

NOBRE, P.; LACERDA, F. F.; AZEVEDO, F. G. B.; SIMÕES, R. de S. **Um Estudo da Variabilidade Interanual de Veranicos Sobre o Sertão de Pernambuco e suas Relações com Temperatura da Superfície do Mar**. Anais. Fortaleza/CE: SBMET, 2004. Em: [http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum\\_Recordset\\_busca=12&totalRows\\_Recordset\\_busca=694&cgid=22](http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum_Recordset_busca=12&totalRows_Recordset_busca=694&cgid=22). Acesso em Abril de 2015.

OGALLO, L. A. J. NASSIB, I. R. **Drought patterns and farmines in East Africa during 1982–1983**. In: Symposium on Meteorological Aspects of Tropical Droughts. Fortaleza, 1984. Annals. World Meteorological Organization, 1984.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. **Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005.

OLIVEIRA, G. O. **O El Niño e você – O fenômeno climático**. São José dos Campos: Editora Transtec, p. 116, 2001.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda. p. 440, 1981.

ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. **Influência dos fatores climáticos na produção**. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. Ecofisiologia da produção agrícola. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, p.71-100, 1987.

PAIVA NETO, A. C. **Distúrbios de leste: Diagnóstico e relação com a precipitação no estado da Paraíba em períodos de contraste**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, p. 107, 2003.

PEGORARE, A. B.; Fedatto, E.; Pereira, S.B.; Souza, L.C.F.; Fietz,C.R. **Irrigação Suplementar no ciclo de milho “safrinha” sob plantio direto**. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental. Volume 13, n.3, p.262-271, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662009000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000300007) doi:10.1590/S1415-43662009000300007. Acesso em março, 2016.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, p 478, 2002.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. **Base genética de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) irrigado no Brasil**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v 31, n 5, p 349-357, Brasília, maio, 1996.

PINHEIRO, M. S. M.; AMARAL, J. B. C. ; FEITOSA, M. M. ; SOUSA, R. S. ; LEMOS, J. J. S. **VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA DA CULTURA DO ARROZ EM RELAÇÃO A PLUVIOSIDADE NO CEARÁ**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015, Fortaleza-CE, Brasil. Acesso em Maio 2016: [http://www.confex.org.br/media/Agronomia\\_vulnerabilidade\\_e\\_resiliencia\\_da\\_cultura\\_do\\_arroz\\_em\\_relacao\\_a\\_pluviosidade\\_no\\_ceara.pdf](http://www.confex.org.br/media/Agronomia_vulnerabilidade_e_resiliencia_da_cultura_do_arroz_em_relacao_a_pluviosidade_no_ceara.pdf). Acesso em maio, 2016.

PONTEL, E.; LCONTI, I. L.; ARAUJO, M. L. L. **Convivência com o Semiárido: aprendizados, desafios e perspectivas**. 01ed.Brasilia: IABS, 2013, v. I, p. 193-206.

RENZO, T. Notas sobre a vida social da previsão climática .**Um estudo do caso do Estado do Ceará. Parte do estudo Diagnóstico e Levantamento de Dados Sócio-Econômicos / Projeto de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos com Incorporação da Previsão Climática: da Informação e Previsão Climática à Redução das Vulnerabilidades às Secas no Semi-Árido Cearense**. International Research Institute for Climate Prediction, Columbia University / Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, Fortaleza, Junho de 2004.

RIBOT, J.C.; NAJAM, A.; WATSON, G. **Climate variation, vulnerability and sustainable development in the semi-arid tropics**. In: (Eds.) RIBOT, J.C.; MAGALHÃES, A.R.; PANAGIDES, S. S. Climate Variability, Climate Change and Social Vulnerability in the Semi-Arid Tropics. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, 1996, p. 13-54.



ROSSETI, L. A. **Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: aspectos atuariais e de política agrícola.** *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n° 3, pp. 386-399. Passo Fundo, 2001. Acesso em Maio 2016: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/informativo\\_SEAGRI/InformativoSEAGRI\\_01\\_2011.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/informativo_SEAGRI/InformativoSEAGRI_01_2011.pdf)

SANS, L. M. A. ; D. P. SANTANA. **Cultivo do milho: Clima e solo** (Comunicado Técnico), Embrapa Milho e Sorgo, v. 38, 4p., 2002.

SANTANA, N. M. P.; SILVA, Silvando Carlos da ; RABELO, Clarisse Guimarães ; NOGUEIRA, A. K. . **Caracterização de risco climático para o cultivo do arroz de terras altas no Ceará.** In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2003, Rio de Janeiro. X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2003

SANTIAGO, F. dos S; FREITAS, R.R.L; GOMES-SILVA.N.C; BLCKBURN.R.M. **Variabilidade de precipitação em assentamentos no Ceará.** In: Encontro Internacional das Aguas, 7, Recife, 2013.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e organização do espaço.** Boletim de Geografia- Universidade Estadual de Maringá. Depto.de Geografia, 1998.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA, IRRIGAÇÃO, PESCA E AQUICULTUR (SEAGRI). **Instrumentos de gestão de riscos agrícola: O caso do Brasil.** Informativo Técnico SEAGRI, 2011. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/informativo\\_SEAGRI/InformativoSEAGRI\\_01\\_2011.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/informativo_SEAGRI/InformativoSEAGRI_01_2011.pdf). Acesso em Fev, 2016.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Agricultura familiar ganha mesa cearense.** Sebrae Nacional. Disponível em: <https://agropecuariadepequenoporte.files.wordpress.com/2009/09/03-05-2010.pdf>. Acesso em maio, 2016.

SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia Agrícola.** 3. ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 172 p

SEPLAN-PR. **Reflexões sobre os problemas da agricultura brasileira** (versão Preliminar, Brasília, jun. 1994.

SENTELHAS, P.C. **Duração do período de molhamento foliar: aspectos operacionais da sua medida, variabilidade espacial em diferentes culturas e sua estimativa a partir do modelo de Penman-Monteith.** Piracicaba: ESALQ/USP (Tese de Livre-Docência), 2004. 161p.

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

SILVA, J.L.A., Neves, J.A. **Produção de feijão-caupi semi-prostado em cultivos de sequeiro e irrigado.** Revista Brasileira Ciência Agrária. Recife, v 6, n1, p. 29-36, 2011.

SILVA, W. C. M. et al. **Caracterização agroclimática da região de Cascavel - Paraná para o cultivo do milho.** Ceres, Viçosa, v. 54, n. 313, p. 341-348, 2007

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURA (SOBER). **Seaf, seguro da agricultura familiar. Evolução, Perspectivas e Desafios.** Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/seaf - sober - jose carlos 10 28.pdf>. Acesso: Maio, 2016.

SOUSA, C. F. **Dinâmica Climática e as Chuvas no Nordeste Brasileiro no Eixo Barra do Corda/MA- Natal/RN (relações com o fenômeno EL Niño).** (Tese de Doutorado). São Paulo: FFLCH/USP- Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1998. 325p

SOUZA FILHO, F. A.; MOURA, A. D. **Memórias do Seminário natureza e sociedade nos semi-áridos.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, 2006.

SCHONS, A. et al.; **Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade.** Bragantia, v. 68, n. 01, p. 155-167, 2009.

SCHRODER, M. **Políticas públicas e agricultura familiar no Brasil: inovações institucionais a partir do Pronaf.** Seminário Temático 19. 34 Encontro Anual da ANPOCS, 2010. Disponível em: [http://portal.anpocs.org/portal/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=1538&Itemid=350](http://portal.anpocs.org/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1538&Itemid=350). Acesso: Abril, 2016

TEIXEIRA, E. C.; AGUIAR, D. R. D.; VIEIRA, W. da C. **Agricultura comercial e familiar num contexto de abertura econômica**. In: Teixeira, E. C.; Vieira, W. da C. (ed.) Reforma da política agrícola e abertura econômica. Viçosa-MG: UFV, p. 210, 1996.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; CHRISTENSEN, L. **A framework for vulnerability analysis in sustainability science**. Proc Natl Acad Sci, Washington, p.8074-8079, 2003a

UVO, C. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a Precipitação da região Norte do Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, INPE, São Jose dos Campos, São Paulo, 1989.

VALVERDE RAMIREZ, M. C. FERREIRA, N. J.; CAMPOS VELHO, H. P. **Padrão de verão: ZCAS-VCAN atuando sobre a região sudeste do Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, 2004, Fortaleza- CE. Anais..Fortaleza:SBmet,2004.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. VersãoDigital1. In: Perturbações Atmosféricas. Recife. 2005. p. 444-446.

WADE, L.J.; FUKAI, S.; SAMSON, B.K.; ALI, A.; MAZID, M.A. **Rainfed lowland rice: physical environment and cultivar requirement**. Field Crops Research, Amsterdam, v.64, n.1/2, p.3-12, 1999.

WANDERLEY, M. N. B. **A ruralidade no Brasil moderno: por um pacto social pelo desenvolvimento rural**. In: Norma GIARRACA. Una nueva ruralidad em America latina? Buenos Aires: CLACSO- ASDI, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina 2001, p. 31-44. Disponível em: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/rural/wanderley.pdf>. Acesso em fev,2016.

WEHBE, M.; SEILER R.A.; VINO CUR M. R.; EAKIN. H.; SANTOS. C.; CIVITARESI, H.M. Social Methods for Assessing Agricultural Producers: **Vulnerability to Climate Variability and Change Based on the Notion of Sustainability**. AIACC Working Paper n. 19, 2005.

