



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA



ALINE FRANCO DINIZ

**ESTUDO DA VARIABILIDADE DA PLUVIOSIDADE (1994-2010)
NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA) E SEUS
REFLEXOS NA AGRICULTURA DE SEQUEIROS: O CASO DO
MILHO**

Salvador (Bahia)
2012

ALINE FRANCO DINIZ

**ESTUDO DA VARIABILIDADE DA PLUVIOSIDADE (1994-2010)
NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA) E SEUS
REFLEXOS NA AGRICULTURA DE SEQUEIROS: O CASO DO
MILHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Professor Doutor Emanuel
Fernando Reis de Jesus

Área de Concentração: Análise Ambiental e
Gestão do Território

Salvador (Bahia)
2012

D585 Diniz, Aline Franco

Estudo da variabilidade da pluviosidade (1994-2010) no município de Feira de Santana (Bahia) e seus reflexos na agricultura de sequeiros: o caso do milho / Aline Franco Diniz.- Salvador, 2012.

114 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Emanuel Fernando Reis de Jesus.
Dissertação (Mestrado em Geografia) – Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2012.

1. Climatologia agrícola – Feira de Santana (BA) – (1994-2010). 2. Chuvas. 3. Agricultura. 4. Milho. 5. Produtividade agrícola. I. Jesus, Emanuel Fernando Reis de. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 911.3:632.11(813.8)


Elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências da UFBA.

TERMO DE APROVAÇÃO

Estudo da Variabilidade da Pluviosidade (1994-2010) no município de Feira de Santana (Bahia) e seus reflexos na Agricultura de Sequeiros: o caso do Milho.

ALINE FRANCO DINIZ

BANCA EXAMINADORA



Dr. Emanuel Fernando Reis de Jesus
Doutor em Geografia (Geografia Física)
Departamento de Geografia, UFBA, Brasil.



Dra. Neyde Maria Santos Gonçalves
Doutora em Geografia
Departamento de Geografia, UFBA, Brasil.



Dra. Rosângela Leal Santos
Doutora em Engenharia de Transportes
Departamento de Tecnologia, UEFS, Brasil.

Aprovado em Sessão Pública de 08/06/2012.

“A Geografia, disse o geógrafo, são os livros de maior valor. Nunca ficam fora de moda”. Antoine de Saint-Exupéry (O Pequeno Príncipe).

A ESTRADA

(Bino Farias, Lazão, Da Gama e Toni Garrido)

Você não sabe
O quanto eu caminhei
Prá chegar até aqui
Percorri milhas e milhas
Antes de dormir
Eu nem cochilei
Os mais belos montes
Escalei
Nas noites escuras
De frio chorei...

A vida ensina
E o tempo traz o tom
Pra nascer uma canção
Com a fé do dia-a-dia
Encontro a solução...

[...] Meu caminho só meu pai
Pode mudar
Meu caminho só meu pai
Meu caminho só meu pai...

AGRADECIMENTOS

Este trabalho aqui apresentado representa mais uma etapa vencida na minha vida acadêmica, apesar de inúmeros desafios e obstáculos, agradeço à Deus pela sua infinita bondade, e por ter iluminado meus caminhos, além de ter me dado força, coragem e perseverança.

- ✓ Agradeço a minha família, em especial minha mãe Rosa, minha irmã Karol e minha sobrinha Keyse, amor incondicional. Aos meus avós Paulo (*in memoriam*) e Ester pelo amor e companheirismo. Aos meus tios, em especial, Clebio e Marta, meus pais do coração pelo amor, amizade e confiança. Aos meus primos, em especial meus primos-irmãos Juninho e Mariana, amores da minha vida. Ao meu companheiro Daniel pelo amor, dedicação e muitas alegrias.
- ✓ A Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Colegiado de Geografia, Secretaria da Pós-Graduação em Geografia, aos professores da Pós-Graduação em Geografia desta Instituição e à concessão de bolsa de estudo da CAPES que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa.
- ✓ Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Emanuel Fernando Reis de Jesus a quem dedico um agradecimento muito especial, por ter me ensinado acima de tudo, uma lição de profissionalismo. Agradeço pelos ensinamentos, dedicação e por ter compartilhado seus conhecimentos científicos. Minha gratidão!
- ✓ A Professora Doutora Rosângela Leal Santos, a quem dedico também um carinho muito especial pelos anos de orientações, e por ter despertado em mim o valor da ciência geográfica e sua aplicação. Minha eterna gratidão pelos anos de orientações em toda minha vida acadêmica. Agradeço pela amizade, incentivos e dedicação.

- ✓ Agradeço a Professora Doutora Neyde Maria Santos Gonçalves pelas orientações acadêmicas e por participar de todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa. Muito obrigada!

- ✓ Um agradecimento especial ao Professor Doutor Diego Maia e ao Professor Doutor Gildarte Barbosa pelas orientações compartilhadas. A todos meus amigos do Mestrado da Turma 2010, em especial aos meus grandes amigos de Feira de Santana (Jamilé Amaral, Gilsimar Cerqueira e Ildo Rodrigues). Além dos amigos de Vitória da Conquista (Roberta Batista, Patrícia Amorim e Alex Dias). Agradeço também aos amigos Maria Alves, Carlos Eduardo Lima, Tiago Rodrigues e Maina Pirajá. Não poderia esquecer os amigos da turma de 2008 Antonia Salustiano e Joseval Palma. Aos amigos da Representação Estudantil pelos esclarecimentos e orientações. E também, a todos meus amigos do XIII Encontro de Geógrafos da América Latina em San José (Costa Rica) em 2011.

RESUMO

No contexto atual, em que pesam o grande avanço tecnológico e os esforços para o conhecimento das forças da natureza, as questões climáticas vêm despertando interesse em diferentes ciências. Na Geografia, o clima se destaca como um recurso natural e exerce uma influência na organização da sociedade, principalmente devido às interações com os elementos do espaço geográfico. Com as novas técnicas e equipamentos modernos, os agricultores de regiões desenvolvidas dependem cada vez menos da natureza, adaptando-a mais facilmente de acordo com seus interesses. Por outro lado, em regiões subdesenvolvidas ainda existem produtores que dependem das condições naturais para o desenvolvimento da agricultura, como por exemplo, o cultivo de sequeiros, na qual a produtividade agrícola depende das condições climáticas. No Nordeste brasileiro a forma de agricultura predominante é de subsistência, praticada em pequenas propriedades rurais nas condições de sequeiros. O objetivo geral desta pesquisa foi estudar a relação entre a variabilidade das chuvas no município de Feira de Santana, no período entre 1994 e 2010, e seus reflexos na cultura do milho, identificando as correlações entre comportamento das chuvas e a produtividade agrícola. A relevância deste trabalho esteve atrelada a importância dos estudos agroclimatológicos, a partir da contribuição dos estudos realizados no campo da climatologia agrícola, sob o prisma da climatologia geográfica, subsidiando as discussões que envolvem clima e agricultura. Metodologicamente, foram utilizados os dados de precipitação pluviométrica de 1994 a 2010 disponibilizados pela Estação Climatológica (UEFS) e os dados de produção agrícola, área plantada e valor da produção do milho de 1994 a 2010 disponibilizados pelo IBGE. Além do Índice de Intensidade da Seca (Ogallo & Nassib, 1984), Balanço Hídrico de Thornthwaite (1948) e o Calendário Agrícola para a cultura do milho segundo CONAB (2012). Alguns estudos foram desenvolvidos sobre a variabilidade climática, podendo ser destacados Mitchell (1966) citado por Christofolletti (1993); Ayoade (1983); Christofolletti (1989); Nimer (1989), Santos (2000), Sant'Anna Neto (2003) e Tavares (2004). Foi possível realizar correlações entre variabilidade pluviométrica e a atuação de alguns sistemas de circulação atmosférica como os Sistemas Frontais, influência da corrente perturbada de leste e o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS), ficando bastante claro a sua interferência na produtividade agrícola do milho.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade pluviométrica; agricultura de sequeiros; produtividade agrícola; milho; Feira de Santana (BA).

ABSTRACT

In the current context, in weighing the great technological advances and efforts to the knowledge of the forces of nature, climate issues have attracted in different sciences. In Geography, climate stands out as a natural resource and exerts an influence on the organization of society, mainly due to interactions with the elements of geographical space. With new techniques and modern equipment, farmers in developed regions rely less and less of nature, adapting it to more easily according to your interests. Moreover, in underdeveloped regions still exist producers that rely on natural conditions for the development of agriculture, such as cultivation rainfed in which agricultural productivity depends on climatic conditions. In the Brazilian Northeast predominant form of agriculture is subsistence, practiced on small farms in conditions rainfed. The overall objective of this research was to study the relationship between rainfall variability in Feira de Santana, in the period between 1994 and 2010, and its effects on corn, identifying correlations between behavior of rainfall and agricultural productivity. The relevance of this work was linked agroclimatological the importance of education, from the contribution of studies in the field of agricultural climatology, through the prism of geographical climatology, subsidizing discussions involving climate and agriculture. Methodologically, we used data of rainfall from 1994 to 2010 provided by the Climatological Station (UEFS) and data on agricultural production, acreage and value of production of corn from 1994 to 2010 provided by IBGE. Beyond the Drought Intensity Index (Ogallo & Nassib, 1984), Water Balance Thornthwaite (1948) and Agricultural Calendar for corn second CONAB (2012). Some studies have been done on climate variability and can be deployed Mitchell (1966) cited by Christofolletti (1993); Ayoade (1983); Christofolletti (1989); Nimer (1989), Santos (2000), Sant'Anna Neto (2003) and Tavares (2004). Was possible correlations between rainfall and variability performance of some systems of atmospheric circulation as the Frontal Systems, influence of the current troubled east and the El Niño-Southern Oscillation (ENSO), it's becoming quite clear interference in agricultural productivity of corn.

KEY-WORDS: Rainfall variability; agriculture rainfed; agricultural productivity; corn; Feira de Santana (BA).

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ASAN - Anticiclones Subtropicais do Atlântico Norte
ASAS - Anticiclones Subtropicais do Atlântico Norte
ATN - Atlântico Tropical Norte
CEI - Centro de Estatísticas e Informações
CEPLAB - Centro de Planejamento da Bahia
CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS - *El Niño*/Oscilação Sul
FPA – Frente Polar Atlântica
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NEB - Nordeste do Brasil
SEPLANTEC - Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia
SFs - Sistemas Frontais
SEI - Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSM - Temperatura da Superfície do Mar
ZCA - Zona de Confluência dos Alísios
ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da área de estudo (Município de Feira de Santana-Bahia).....	26
Figura 02: Carta dos solos do município de Feira de Santana (Bahia).....	30
Figura 03: Sistemas de circulação atmosférica perturbada da região Nordeste, destacando em vermelho a circulação perturbada de leste, que atinge o Estado da Bahia, especificamente o município de Feira de Santana.....	33
Figura 04: Mapa de Pluviometria do Estado da Bahia.....	39
Figura 05: Dados pluviométricos anuais da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	72
Figura 06: Dados pluviométricos mensais da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	74
Figura 07: Distribuição sazonal (verão) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	76
Figuras 08: Distribuição sazonal (outono) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	76
Figura 09: Distribuição sazonal (inverno) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	77

Figura 10: Distribuição sazonal (primavera) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	77
Figura 11: Produtividade agrícola (produção agrícola em toneladas por área plantada em hectares) da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010).....	80
Figura 12: Produtividade agrícola do milho (em grãos) no município de Feira de Santana/BA - 1994 a 2010.....	81
Figura 13: Valor da produção (mil reais) da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010) em grãos.....	84
Figura 14: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1994 a 2010.....	91
Figura 15: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1936 a 1990.....	92
Figura 16: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1943 a 1983.....	93
Figura 17: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1945 a 1970.....	94
Figura 18: Calendário agrícola para a cultura do milho no município de Feira de Santana (BA) no período entre 1994 a 2010.....	97

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Dados Pluviométricos do município de Feira de Santana (1994 a 2010) disponibilizados pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana.....	71
Quadro 02: Distribuição Sazonal dos Dados Pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010).....	75
Quadro 03: Intensidade do fenômeno <i>El Niño</i> (ENOS/Oscilação Sul) no período entre 1994 a 2010.....	78
Quadro 04: Produção agrícola em toneladas e área plantada em hectares da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010).....	80
Quadro 05: Variação anual das chuvas (mm).....	82
Quadro 06: Índice de Intensidade de Seca de Ogallo & Nassib (1984) e seus reflexos econômicos no município de Feira de Santana (1994-2010).....	83
Quadro 07: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1994 a 2010.....	87
Quadro 08: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1936 a 1990.....	88
Quadro 09: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1943 a 1983.....	89
Quadro 10: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1945 a 1970.....	90

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Problemática da Pesquisa.....	22
1.2 Objetivos.....	23
1.3 Justificativa.....	23
1.4 Caracterização da área de estudo.....	24
1.4.1 Caracterização climática da área de estudo.....	32
1.5 Caracterização da cultura do milho.....	42
2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL.....	46
2.1 Trabalhos relacionados com a variabilidade pluviométrica.....	47
2.2 Trabalhos relacionados com o clima e a produtividade agrícola do milho (<i>Zea mays</i> L.).....	53
2.3 Trabalhos relacionados com a influência do <i>El Niño</i> na variabilidade pluviométrica e a repercussão no Nordeste Brasileiro.....	59
3 METODOLOGIA.....	63
3.1 Métodos de procedimentos de pesquisa.....	63
3.2 Técnicas de pesquisas.....	64
3.3 Índice de intensidade de seca.....	65
3.4 Roteiro metodológico.....	68
4 REPERCUSSÕES CLIMÁTICAS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA).....	69
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	112

1 INTRODUÇÃO

No contexto atual, em que pesam o grande avanço tecnológico e os esforços para o conhecimento das forças da natureza, as questões climáticas vêm despertando interesse em diferentes ciências. Na Geografia, o clima se destaca como um recurso natural e exerce uma influência na organização da sociedade, principalmente devido às interações com os elementos do espaço geográfico que contribuem para manter condições favoráveis para ocupação humana.

A preocupação humana com os fenômenos da atmosfera é muito antiga, uma vez que as civilizações já organizavam suas atividades em função do clima e do espaço geográfico. Assim, por exemplo, os egípcios se organizaram e se instalaram nas planícies do rio Nilo, onde ergueram seu império, que perdurou durante séculos, devido à disponibilidade de condições naturais satisfatórias.

O mesmo ocorreu com os povos babilônios que ocuparam a região da Mesopotâmia, entre os rios Tigres e Eufrates. Nestas regiões havia a presença abundante de água e clima ameno, condições propícias ao desenvolvimento da agricultura, criação de animais, entre outras atividades. Desta forma, tanto a ascensão como o declínio de todas essas civilizações citadas ocorreram em detrimento do domínio de tecnologias que permitiam a prática destas atividades.

A partir da Revolução Industrial se iniciou a produção em massa de bens de consumo e com a utilização de diferentes fontes de energias como o carvão, petróleo e o gás natural. Desse modo, o desenvolvimento tecnológico se aprimorou e conseqüentemente aumentou a produção de bens de consumo, agravando os problemas ambientais como degradação do solo, emissão de gases poluentes, contaminação dos recursos hídricos, perdas na agricultura devido a pragas e doenças, dentre outros.

Segundo Brum (1988), as principais razões da modernização da agricultura são: elevação da produtividade do trabalho visando o aumento do lucro; redução dos custos unitários de produção para vencer a concorrência; necessidade de superar os conflitos entre o capital e o latifúndio, visto que a

modernização levantou a questão da renda da terra; e possibilitou a implantação do complexo agroindustrial no país.

Com as novas técnicas e equipamentos modernos, os agricultores de regiões desenvolvidas dependem cada vez menos da natureza, adaptando-a mais facilmente de acordo com seus interesses. Por outro lado, em regiões subdesenvolvidas ainda existem produtores que dependem das condições naturais para o desenvolvimento da agricultura, como por exemplo, o cultivo de sequeiros, na qual a produtividade agrícola depende das condições climáticas e edáficas.

Diniz (1984) realizou um estudo sobre a Geografia da Agricultura e retratou que apesar do desenvolvimento industrial a agricultura representa um papel fundamental na atualidade. O desenvolvimento científico e tecnológico provocou transformações no espaço geográfico, porém a agricultura continua sendo responsável pela alimentação da humanidade, com isso, afirmou o autor:

Não se pode pensar a agricultura apenas como meio de subsistência, pois ela deve ter papel de destaque no processo global de desenvolvimento das nações, sobretudo nas regiões subdesenvolvidas. No entanto, há técnicos que afirmam ser indispensável à transformação da agricultura no setor mais produtivo, possibilitando arrancada bem sucedida para o desenvolvimento econômico. Nessas circunstâncias, a contribuição do setor rural deve ser a geração de excedentes de alimentos e matérias-primas, abastecendo as cidades e os centros urbanos em expansão, liberando recursos até então usados na importação desses produtos (DINIZ, 1984, p. 25).

Nos primeiros séculos da colonização não havia lugar para a pequena propriedade na economia brasileira, voltada, então exclusivamente para a exploração em larga escala de produtos de alto valor comercial como o algodão, o café, a borracha e o cacau. As condições econômicas fundamentais no país e a estrutura social que sobre elas se constituía tornava evidentemente inviável uma organização agrária, democrática e de larga repartição da propriedade fundiária.

No Nordeste brasileiro a forma de agricultura predominante é de subsistência, praticada em pequenas propriedades rurais nas condições de sequeiros, em que a produtividade agrícola depende da distribuição das chuvas e da fertilidade natural dos solos, nessas condições, os solos se apresentam erodidos, pobres em nutrientes e com níveis baixos de matéria orgânica. A

expressão sequeiros deriva da palavra seco, e seu plantio em grande parte em regiões subdesenvolvidas é de forma extensiva.

Segundo Sant'ana Neto (1998) a relação entre clima e organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade em particular. A modernização da agricultura está vinculada ao desenvolvimento tecnológico, este se processa de forma heterogênea no espaço geográfico, isto resulta na (re) produção deste espaço, aonde coexiste técnicas rudimentares ao lado de áreas modernas.

A agricultura moderna no Brasil se configura através dos latifúndios que são grandes propriedades de terras, provocando inúmeras transformações sócio-espaciais como a espacialização da produção; mudanças nas relações de trabalho; (re) organização produtiva, e divisão social e territorial do trabalho. Por outro lado, a agricultura familiar constitui-se como uma forma de produção em que o núcleo de decisões, gerência, trabalho e capital é exercido diretamente pela família. Em geral, são agricultores com baixo nível de escolaridade, que diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda, aproveitar a disponibilidade de mão-de-obra. Por ser diversificada, a agricultura familiar traz benefícios agro-socioeconômicos e ambientais.

Abramovay (1998) defendeu que a agricultura familiar não pode ser sinônima de pobreza rural e muito menos de pequeno estabelecimento com baixo índice de produtividade agrícola, visto que apenas observar a agricultura familiar somente pelo prisma da miserabilidade não permite uma compreensão clara da questão agrária nos dias atuais, com isso, afirma o autor:

Um obstáculo teórico para a compreensão da realidade agrária contemporânea no capitalismo central está nas ambigüidades com que a noção de unidade de produção familiar tem sido tratada [...] pois a associação entre esse tipo de estabelecimento e *small farm* "pequena produção", "produção de baixa renda", "agricultura camponesa", entre outros, é recorrente e impede que se perceba a dupla e fundamental especificidade da agricultura familiar, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, nos países capitalistas avançados [...] (ABRAMOVAY, 1998, p. 21).

É válido salientar que a agricultura familiar não deve ser tratada pelo ângulo da pobreza rural, ou simplesmente ser definida pelo tamanho do estabelecimento. A definição desse segmento passa pela análise das relações

sociais que ocorrem entre a família, a terra e a produção, ou seja, predomínio da mão-de-obra familiar, equilíbrio entre produção, consumo e capacidade decisória do núcleo familiar sobre a administração do estabelecimento (SANTOS, 2007).

No que se referem às pesquisas sobre agricultura, os estudos relacionados com as questões naturais são peças-chaves para o cultivo de uma determinada cultura agrícola. Dentre as condições necessárias para o conhecimento do ambiente é importante um estudo edafoclimatológico, pois possibilita optar pelas culturas mais propícias para uma região, além de planejar as melhores épocas de plantio/semeadura, as variedades mais resistentes, objetivando uma agricultura mais sustentável e produtiva com prejuízos econômicos minimizados, principalmente porque a agricultura é um setor da economia de extrema importância econômica.

Segundo Christofidis (1997) o setor agrícola é o maior consumidor de água a nível mundial, a agricultura consome cerca de 69% de toda a água derivada das fontes hídricas como rios, lagos e aquíferos subterrâneos, e os outros 31% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico. Por outro lado, muitas regiões enfrentam a problemática da seca, e não desfruta da irrigação, dependendo das condições naturais para o desenvolvimento da agricultura.

Ao longo deste estudo constatou-se que existem diversas modalidades de seca, cada uma delas relacionadas com o nível de gravidade e em escala temporal e espacial a qual é constituída. A *National Drought Mitigation Center* (1995) destacou 4 tipos de secas classificadas em: 1) meteorológica é aquela associada com a redução no volume das precipitações normais ocorridas por um determinado período de tempo; 2) edáfica é quando a falta de umidade afeta o desenvolvimento e/ou a sobrevivência de culturas agrícolas, pastoris e florestais; 3) hidrológica se refere à deficiência no suprimento de água superficial ou subterrânea; e, 4) socioeconômica é quando a seca afeta a produção de bens de consumo, atingindo a economia da região. Nesta pesquisa foi focalizada a seca edáfica que afeta diretamente o município de Feira de Santana (Bahia) atingindo o desenvolvimento da agricultura de sequeiros, especificamente o milho.

No âmbito da climatologia geográfica existe uma vasta produção científica sobre a compreensão e eficiência dos mecanismos de circulação

atmosférica, uma vez que, as variações temporais e espaciais trazem repercussões no espaço geográfico. A proposta desta pesquisa está inserida no campo da Geografia Física, mais especificamente no âmbito da climatologia geográfica, focalizando a abordagem entre clima e agricultura.

No contexto do Estado da Bahia diversos trabalhos foram publicados abordando a relação entre clima e agricultura, a citar o projeto publicado pela Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC), através do Centro de Planejamento da Bahia (CEPLAB) intitulado Atlas Climatológico do Estado da Bahia: o clima como recurso natural básico a organização do espaço geográfico em 1978, sendo o clima considerado como um recurso natural fundamental à organização do espaço geográfico. Este trabalho apresentou uma síntese da organização climática no espaço territorial baiano, suas associações com os demais elementos do quadro ambiental e suas relações com os diversos setores da produção. Além disso, este projeto explicitou o conhecimento dos mecanismos de circulação atmosférica regional visando à gênese das variações dos atributos climáticos, especificamente as chuvas, que são irregulares em sua distribuição no tempo e no espaço.

O Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola e a Coordenação de Assuntos Econômicos através da Fundação Centro Estadual de Planejamento Agrícola publicaram em 1985 o Zoneamento Agrícola do Estado da Bahia: aptidão pedoclimática por cultura. Este trabalho considerou a agricultura como uma meta prioritária e que a produção de alimentos e matérias-primas devem ser fortemente estimuladas, principalmente para apoiar o pequeno e médio agricultor do território baiano. Além disso, retratou os aspectos climáticos e pedológicos do Estado da Bahia, e realizou o zoneamento do espaço físico para 18 culturas selecionadas entre as mais importantes para a economia baiana.

A Secretaria de Planejamento, Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC), através do Centro de Estatística e Informações (CEI) deu suporte para publicação do trabalho intitulado Riscos de Seca e Graus de Severidade do Semi-árido no Estado da Bahia (Auoad, 1991), na qual a autora abordou a síntese da integração de três variáveis que são: pluviosidade média anual, coeficiente de variação interanual e a frequência de ocorrências de secas. As áreas de riscos mais altas são aquelas que detêm baixos índices de

pluviosidade média anual, aliados a altos índices de coeficiente de variação interanual e de frequência de ocorrência de secas. O risco de seca é alto na região semi-árida, devido a curta estação de chuvas. Com baixo grau de riscos de secas o litoral norte, Recôncavo Baiano, litoral sul e pequenas áreas da Chapada Diamantina. O grau médio foi encontrado no extremo oeste e nas regiões climáticas de transição como Feira de Santana e Itapetinga, estendendo-se aos planaltos de Maracás, Vitória da Conquista, à Chapada Diamantina setentrional (Gentio do Ouro) e oriental (Lençóis) e ao Espinhaço.

Os fatores do clima (latitude, relativa distância da margem oceânica) e o elemento climático (precipitação pluviométrica) possuem uma importância fundamental na distribuição da agricultura no espaço agrário do município de Feira de Santana. A combinação de elementos e fatores climáticos alteram a sua influência de uma área para outra proporcionando tipos de climas variados em uma determinada região.

Curry (1952) argumentou que a análise geográfica do clima voltada para a organização do espaço agrícola deve, necessariamente, a uma concepção do clima como insumo nos processos naturais e de produção. Dessa forma, as condições climáticas ideais podem proporcionar safras satisfatórias e, por outro lado, períodos excepcionais (secas ou chuvas intensas) podem trazer consequências desastrosas para a produtividade agrícola, com grandes reflexos na economia.

Jesus (2008) discutiu os aspectos conceituais e metodológicos relativos às questões de escala, tempo e espaço em climatologia, nos níveis hierárquicos macro, meso e microescalar, propondo um roteiro de investigação para cada um deles, com os respectivos níveis de intervenção dos fatores climáticos. Neste estudo a escala de abordagem climatológica é a inferior, que são aquelas mais próximas dos indivíduos e da superfície em geral. E a escala de análise geográfica é a micro-escala, a partir do estudo do clima local, já a escala espacial e temporal do clima nesta pesquisa é o mesoclima.

A pesquisa proposta foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro se refere à introdução que focaliza as considerações gerais sobre o tema com a problemática da pesquisa, objetivos (geral e específicos), justificativa, caracterização da área de estudo e caracterização da cultura do milho. O segundo capítulo aborda o referencial teórico-conceitual, retratando alguns

conceitos como variabilidade pluviométrica, produtividade agrícola e seca. O terceiro capítulo retrata a metodologia, relatando os procedimentos metodológicos e o método de pesquisa que foram utilizados neste trabalho. O quarto capítulo expõe os resultados obtidos através do tratamento e análises dos dados estatísticos. E finalmente as considerações finais da pesquisa, dando as conclusões do trabalho.

1.1 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Esta pesquisa analisou a variabilidade pluviométrica, que se apresenta com grande relevância para a agricultura de sequeiros, o que ressalta a importância de pesquisas desta natureza. Apesar da complexidade dos eventos atmosféricos e suas correlações, e em especial o elemento climático precipitação pluviométrica, esta tem grande destaque no Nordeste brasileiro, pois é o elemento que apresenta maior variabilidade espacial, uma vez que, se parte do pressuposto que a ausência ou frequência das chuvas são em parte responsáveis pelo desempenho da agricultura no Estado da Bahia.

Desta forma, este trabalho realizou um estudo sobre a precipitação pluviométrica e a sua repercussão na agricultura de sequeiros no município de Feira de Santana, especificamente na cultura do milho, durante o período compreendido entre 1994 a 2010. Para investigar o tema proposto foi necessária a formulação de alguns questionamentos:

- i) Qual foi a tendência da variabilidade pluviométrica no município de Feira de Santana a partir das análises de 17 anos de estudos, na série temporal compreendida entre 1994 e 2010 e a sua relação com a produtividade agrícola do milho?
- ii) Qual a correlação entre o índice de intensidade de seca de Ogallo e Nassib (1984) com a cultura do milho no município de Feira de Santana no período entre 1994 e 2010?
- iii) Ao longo dos 17 anos foi possível perceber uma ciclicidade na distribuição das chuvas para a construção do calendário agrícola?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi estudar a relação entre a variabilidade das chuvas no município de Feira de Santana, no período entre 1994 e 2010, e seus reflexos na cultura do milho, identificando as correlações entre comportamento das chuvas e a produtividade agrícola.

1.2.2 Específicos

- ✓ Analisar os dados pluviométricos anuais compreendidos entre 1994 e 2010 no município de Feira de Santana com a produtividade agrícola do milho no mesmo período.
- ✓ Relacionar o índice de intensidade de seca de Ogallo & Nassib (1984) no período entre 1994 e 2010 com os reflexos econômicos no município de Feira de Santana, no período estudado, com relação ao valor da produção da cultura do milho.
- ✓ Analisar os efeitos da variabilidade pluviométrica na cultura do milho no período de 1994 a 2010, e a partir dessas informações realizar a construção do calendário agrícola para este município.

1.3 JUSTIFICATIVA

O Estado da Bahia tem cerca de 320.211 km², ou 57,08% do território inserido no Polígono das Secas, constituindo 33% da área total deste Polígono. O município de Feira de Santana está inserido no Polígono das Secas, pois compartilha fatores comuns da problemática nordestina, do ponto de vista climático, apresentando características peculiares como períodos de secas.

Este trabalho se justificou por analisar a variabilidade pluviométrica do município de Feira de Santana e a sua relação com a produtividade agrícola. A escolha deste município foi devido a sua importância geográfica, histórica e

econômica para o Estado da Bahia. Além disso, a sede do município em estudo corresponde à segunda maior cidade do Estado com relação à população absoluta de aproximadamente 556.756 habitantes (IBGE, 2010), perdendo apenas para a capital, Salvador.

A atividade econômica que predomina neste município é o comércio, além de outras atividades econômicas como a agricultura, pecuária e a indústria. Dentre os cultivos agrícolas se destacam o milho, feijão e a mandioca. O milho apresenta a maior produtividade agrícola na área de estudo, por isso a sua escolha para esta pesquisa.

A relevância deste trabalho está na importância dos estudos agroclimatológicos, a partir da contribuição dos estudos realizados no campo da climatologia agrícola, sob o prisma da climatologia geográfica, subsidiando as discussões que envolvem clima e agricultura. Além disso, este tema apresentou-se bastante pertinente, devido aos fatos que justificam e dão consistências a escolha do tema proposto para o desenvolvimento deste trabalho bem como do seu universo de análise.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa foi o município de Feira de Santana, que está localizado no Estado da Bahia, distante a 109 km de Salvador. Possui uma área geográfica de 1.362,88 km² e altitude média em torno de 234 m. Além disso, localiza-se entre as coordenadas geográficas 12°00'00" - 12°20'00" de latitude sul e 38°40'00" – 39°20'00" de longitude oeste. O município citado possui os distritos de Humildes, Maria Quitéria, Bonfim de Feira, Governador João Durval Carneiro, Jaguará, Jaíba, Tiquarucú e Matinha. Além disso, apresenta os limites intermunicipais com Anguera, Antônio Cardoso, Candeal, Coração de Maria, Conceição do Jacuípe, Ipecaetá, Santanópolis, Santa Bárbara, São Gonçalo dos Campos, Serra Preta e Tanquinho. **(Figura 01)**.

Segundo Freitas (2010) a formação territorial de Feira de Santana esteve vinculada à expansão da pecuária, que se consolidou a partir do final do século XVIII. Até então, a feira de gado mais importante do Estado da Bahia era a de Capuame no norte do Recôncavo; suas pastagens, porém, foram

substituídas pelos canaviais, perdendo a região suas características. Abre-se, com isso, um novo espaço para a expansão daquela atividade produtiva, e Feira de Santana transformou-se em importante centro de comercialização de produtos oriundos da pecuária e principal feira de gado do Estado, já no ano de 1828 aproximadamente.

A aglomeração urbana que se desenvolveu nas proximidades da capela da Fazenda Sant'Ana dos Olhos d'Água se beneficiou da busca de pastagens e da tentativa de penetração para o interior, consolidando um processo de urbanização. De origem relativamente recente, se comparada ao processo de formação territorial da Bahia, o município foi considerado uma unidade política em 1873. Desde 1693 fazia parte da Comarca de Cachoeira, sendo elevada à categoria de Freguesia no ano de 1696. No início do século XIX, Feira de Santana já era "grande e povoada" e considerada o "maior arraial da Paróquia de São José das Itaporocas", passando à categoria de povoado em 1819: até então, Cachoeira era a segunda maior cidade do estado (POPPINO, 1968).

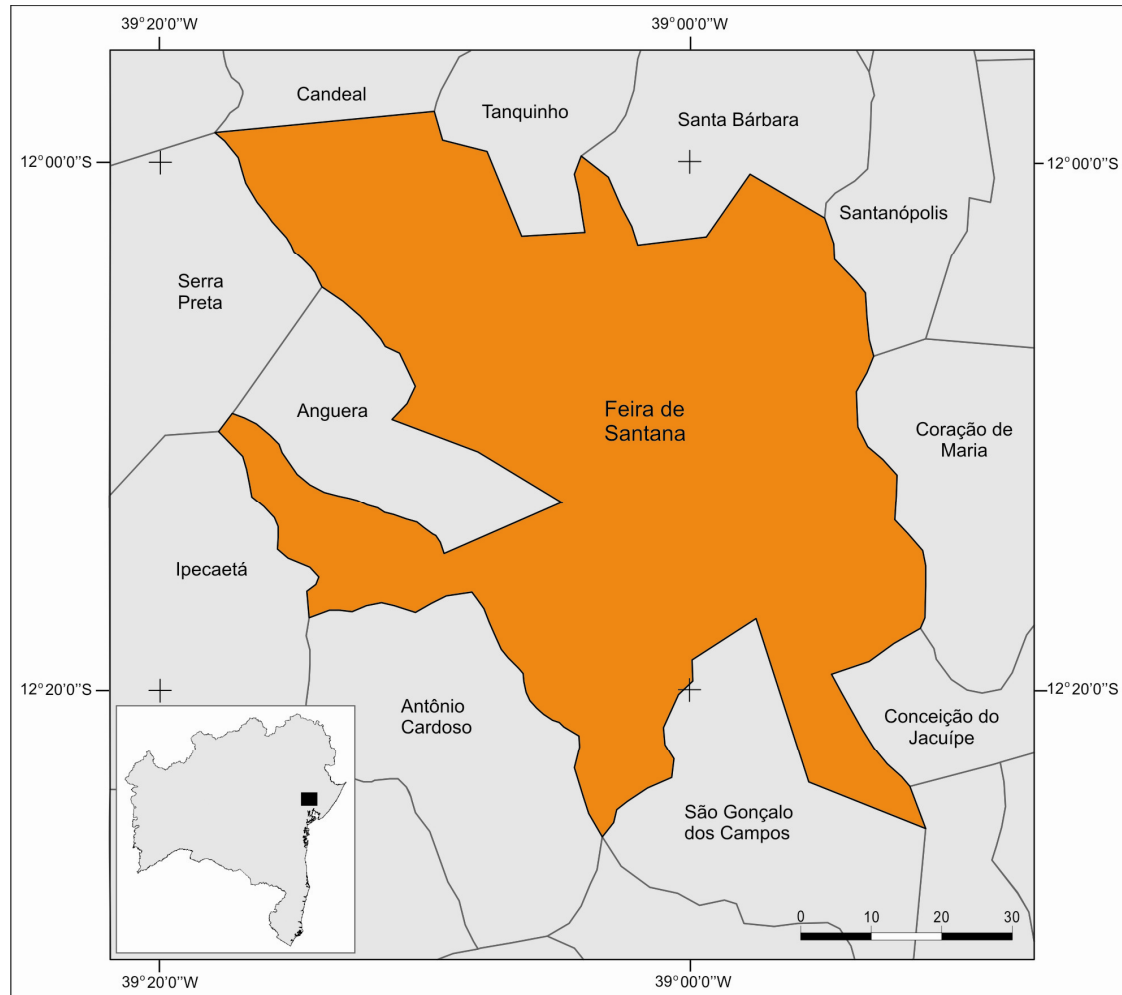


Figura 01: Localização da área de estudo (Município de Feira de Santana – Bahia)

Fonte: SEI (2012)

Elaboração: Maina Pirajá Silva (2012)

Em 13 de novembro de 1832, o povoado passou à categoria de vila, mediante decreto imperial. A sede do município correspondeu a uma área de 12 mil quilômetros, desligada do município de Cachoeira e também escolhida para esta situação por ser a maior região e a mais importante do ponto de vista econômico. Naquele período, a quase totalidade da produção agrícola e pastoril da região era comercializada na feira, antes de seguir para a capital.

Em 16 de junho de 1873, a vila foi elevada à categoria de cidade com a denominação de Cidade Comercial de Feira de Santana. Desde então, ampliou seu papel em nível local/regional, sendo o setor terciário o mais expressivo economicamente. O comércio de gado foi realizado no “Campo do Gado ou da Gameleira” que se localizava a aproximadamente um quilômetro ao norte da Capela de Santana, fortalecendo as atividades comerciais do centro (POPPINO, 1968).

Freitas (2010) acrescentou que atualmente Feira de Santana constitui-se como centro comercial de médio porte, com influência marcante em nível local/regional, posicionando-se como segunda maior cidade do Estado e, desde a data de sua emancipação, adquiriu expressividade no cenário econômico da Bahia. Este município funciona como ponto de passagem para diferentes destinos, devido às rodovias: BR-324, BR-101 e BR-116.

O Centro Industrial do Subaé é outro elemento marcante para formação territorial. Criado através da Lei Municipal nº 690, em 14 de dezembro de 1970, é constituído por dois distritos industriais, um deles instalado no bairro do Tomba, área que se situa na parte sul da cidade e também responsável pelo acesso à BR-101 e, o outro, às margens da BR-324, em contato direto com a capital; ocupa, portanto, Feira de Santana uma posição privilegiada, por ser considerada o maior entroncamento rodoviário do Norte-Nordeste do país. Tal formação está diretamente ligada à história da pecuária e ao comércio do gado na Bahia (FREITAS, 2010).

Os primeiros povoadores eram criadores e a Fazenda Santana dos Olhos d'Água era pouso obrigatório de antigos tropeiros que levavam o rebanho em direção a Salvador, além de comercializar, no local, uma parte do mesmo. As vantagens locais, de intermediária entre o Recôncavo e o Sertão baiano, fazem com que a cidade funcione como entreposto comercial, ocorrendo uma rápida expansão do comércio que, com o advento do

rodoviarismo, favoreceu o contato com outras regiões (POPPINO, 1968; SILVA; SILVA; LEÃO, 1985 *in* FREITAS, 2010).

Por conseguinte, recentemente tornou-se Região Metropolitana de Feira de Santana (RMFS) em 06 de julho de 2011 pela Lei Complementar Estadual nº 35 (LCE 35/2011), e entrou em vigor a partir do dia 07 de julho de 2011, visando à coordenação de políticas públicas para os municípios metropolitanos integrantes, que são: Amélia Rodrigues, Conceição da Feira, Conceição do Jacuípe, Feira de Santana, São Gonçalo dos Campos e Tanquinho.

Segundo a Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos (2005), o município de Feira de Santana está inserido no Território de Identidade Portal do Sertão, o qual é composto por dezessete municípios: Água Fria, Amélia Rodrigues, Anguera, Antônio Cardoso, Conceição da Feira, Conceição do Jacuípe, Coração de Maria, Feira de Santana, Ipecaetá, Irará, Santa Bárbara, Santanópolis, Santo Estevão, São Gonçalo dos Campos, Tanquinho, Teodoro Sampaio e Terra Nova. Estes municípios, em sua maioria, compartilham a noção de pertencimento e de laços culturais em comum. Além disso, o Território de Identidade baseou-se na integração de políticas públicas e a sua implementação.

Com relação aos aspectos naturais de Feira de Santana, no que diz respeito à sua hidrografia, este município está situado na sub-bacia do rio Jacuípe, na margem esquerda. A drenagem principal do município é constituída pelos rios Jacuípe, Pojuca e Subaé que integram a bacia do Paraguaçu no seu baixo curso e o regime fluvial têm caráter intermitente na maioria dos seus cursos d'água.

Na bacia do Paraguaçu o clima Semi-Árido predominou com 67%, já nas intermediações da Chapada Diamantina, o clima torna-se mais ameno mudando para o tipo Subúmido a Seco, com algumas pequenas áreas na nascente do rio Paraguaçu apresentando um clima Úmido a Subúmido. E quando os totais pluviométricos aumentam, atingindo até 1200 mm na bacia do Paraguaçu o clima predominante é o Úmido a Subúmido.

Santo (1995) ao realizar um estudo sobre a hidrografia do município de Feira de Santana ressaltou que a ocupação humana cresceu de forma desordenada com aumento populacional excessivo, principalmente após 1970, e com o indevido acompanhamento da infra-estrutura urbana. Ao passar do

tempo, as lagoas se tornaram áreas consideradas como alternativas para ocupação humana, sendo-as aterradas para as construções residenciais e comerciais, além dos despejos de efluentes poluidores advindos de esgotos urbanos.

O município é constituído geologicamente por dois grandes conjuntos litológicos: o embasamento cristalino datado do pré-cambriano, formado por granitóides, granulitos e migmatitos, e a unidade de cobertura sedimentar (Quaternária) formada por areias e argilas variadas, com níveis conglomeráticos. Com relação à geomorfologia a área de estudo está compartimentada em três superfícies denominadas cimeira, intermediária e inferior. A primeira corresponde aos Tabuleiros Interioranos, individualizados no Pediplano Sertanejo, sendo localmente denominado Tabuleiro de Feira de Santana, onde a formação Capim Grosso (Barreiras do Interior) repousa concordantemente sobre o embasamento cristalino, no qual formou pacotes sedimentares que variam de 1,5 m a 15 m de profundidade; as demais compõem a superfície exumada, localmente subdividida em função da escala e da história evolutiva.

A referida área é pouco acidentada, caracterizando-se como uma região de tabuleiros pouco dissecados, onde as formações de datações Quaternárias e areno-argilosas (Formação Capim Grosso) depositaram-se semi-horizalmente sobre o embasamento grandemente fraturado. Além disso, segundo Anjos (1968), a geomorfologia deste município está desenvolvida sobre os sedimentos da formação Barreiras, composta pelo sistema aquífero granular livre, encontrado nas pequenas profundidades, que formam o planalto ligeiramente ondulado por morros testemunhos de rochas pré-cambrianas (embasamento cristalino), que por sua vez, forma o sistema aquífero fissural.

Com relação aos solos, de acordo com o 1º nível categórico da classificação dos solos (ordem), pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1999), no município de Feira de Santana foram encontradas as seguintes classes de solos: ARGISSOLOS, CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, LATOSSOLOS, LUVISSOLOS, NEOSSOLO e PLANOSSOLOS (**Figura 02**).

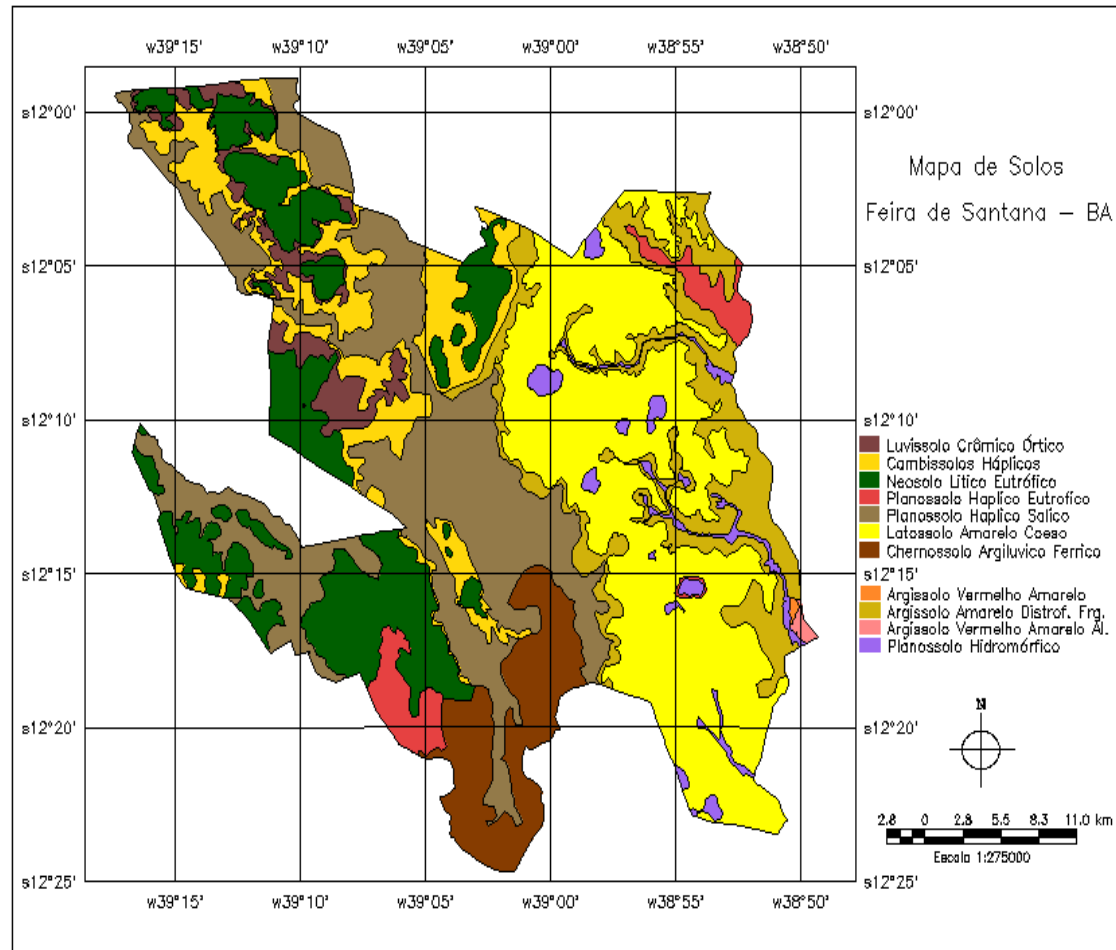


Figura 02: Carta dos solos do município de Feira de Santana (Bahia)
Fonte: EMBRAPA (1999)
Elaboração: Rosângela Leal Santos (2008)

Na área de estudo o desenvolvimento da cultura do milho tem maior expressividade nos distritos de Maria Quitéria, Governador João Durval Carneiro e Tiquaruçú, pois apresentam latossolos e argissolos, estes solos mais apropriados para o cultivo deste cereal, situados na porção oriental do município, pois os teores de argila estão em torno de 30-35%, textura média, possibilitando a drenagem adequada. Na porção ocidental apresentam a predominância dos planossolos e neossolos, os quais são poucos desenvolvidos com relação aos teores de argila e apresentam descontinuidade de padrão de textura ao longo do perfil, interferindo diretamente na distribuição interna de água, aumentando a suscetibilidade à erosão e a deficiência hídrica, atribuindo limitações ao seu uso. Estes tipos de solos estão presentes em áreas onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades inferiores a 3%. Em virtude da deficiência hídrica local e da capacidade de retenção de água do solo a vegetação é caracterizada principalmente pela caatinga.

Este bioma citado possui características muito peculiares e diversificadas. Caracteriza-se como formação xerófila, lenhosa, decídua, em geral espinhosa, com presença de plantas suculentas e estrato herbáceo estacional, além de uma ampla variação florística como os arbustos espinhosos e as gramíneas. Este bioma predomina no município de Feira de Santana, principalmente na porção ocidental, ou seja, nas áreas mais interioranas com solos menos desenvolvidos. No setor oriental estão presentes os tipos de solos mais férteis, com boa estrutura e maiores teores de argila, portanto a vegetação apresenta-se mais desenvolvida, principalmente nas intermediações do distrito de Humildes onde se desenvolve o cultivo de hortaliças e frutas. Além disto, neste setor apresenta a resquícios de mata atlântica.

A caatinga é constituída por árvores e arbustos espinhosos, que perdem suas folhas na estação seca, e se desenvolvem com bastante vigor após os períodos chuvosos. A vegetação é constituída no estrato mais alto por árvores e arbustos de porte médio, de 2,50 a 3,00 metros de altura, altamente ramificados. As plantas, geralmente, se agrupam em forma de pequenas ilhas, deixando entre si espaços sem qualquer vegetação, e geralmente as plantas são emolduradas por um amontoado de cactáceas. No estrato superior arbustivo são observados principalmente umbuzeiros, catingueira, jurema, marmeleiro e mandacaru. No

estrato inferior, com até 50 centímetros de altura, é composto de poucas espécies de cactáceas como o xique-xique e o quipá.

Em Feira de Santana especificamente no distrito de Bonfim de Feira, espaço rural da área de estudo, foi percebida a presença de resquícios de mata atlântica envolvidos com vegetação xerófila, devido à localização do município que se encontra numa faixa de transição entre a zona da mata e o cerrado. A vegetação natural que seria uma floresta estacional semi-decidual encontra-se completamente devastada, encontrando-se apenas em manchas insignificantes.

A elevada degradação que a caatinga vem sofrendo e os reduzidos números e dimensões de suas áreas de ocupação são condições preocupantes, do ponto de vista florístico e estrutural, uma vez que este bioma é bastante heterogêneo, e atualmente é considerada como o bioma menos preservado e um dos mais degradados. Desta forma, é muito importante a realização do manejo da caatinga, como forma de compatibilizar a exploração e a diversidade biológica.

1.4.1 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO

O Nordeste do Brasil (NEB) engloba os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, perfazendo uma área de 1.558.196 km², situando-se no nordeste da América do Sul e a leste da maior floresta tropical do mundo, Floresta Amazônica. É banhado ao norte e leste pelo Oceano Atlântico, limitada a oeste pelo meridiano de 47°W e ao sul pelo paralelo de 18°S. Apesar desta localização, o NEB não apresenta uma distribuição de chuvas típicas das áreas equatoriais, mas inclui principalmente três tipos de climas com precipitação anual variando de 300 a 2.000 mm: clima Litorâneo Úmido (do litoral da Bahia ao do Rio Grande do Norte); clima Tropical (em áreas dos Estados da Bahia, Ceará, Maranhão e Piauí); e clima Tropical Semi-árido (em todo o sertão nordestino).

Segundo Nimer (1977) as correntes de circulação perturbadas são responsáveis pelas instabilidades e chuvas na região Nordeste, e compreendem quatro sistemas: correntes perturbadas de norte, sul, leste e oeste (**Figura 03**). A corrente perturbada de leste atinge o Estado da Bahia, especificamente o município de Feira de Santana, uma vez que, as ondas de leste caminham de

leste para oeste, e são característicos dos litorais da zona tropical adentrando ao continente, na qual são atingidos pelos alísios, além disso, tais fenômenos de perturbação ocorrem no seio dos anticiclones tropicais sob a forma de “pseudo frentes”, sobre as quais desaparecem a inversão térmica superior, o que permite a mistura de ar das duas camadas horizontais dos alísios e, conseqüentemente, chuvas mais ou menos abundantes anunciam sua passagem.

As precipitações devidas a este fenômeno diminuem bruscamente para oeste, adentrando ao continente, raramente ultrapassando as escarpas da Borborema e da Diamantina. Este sistema de circulação perturbada é mais freqüente no inverno e secundário no outono, enquanto que na primavera e verão são menos freqüentes.

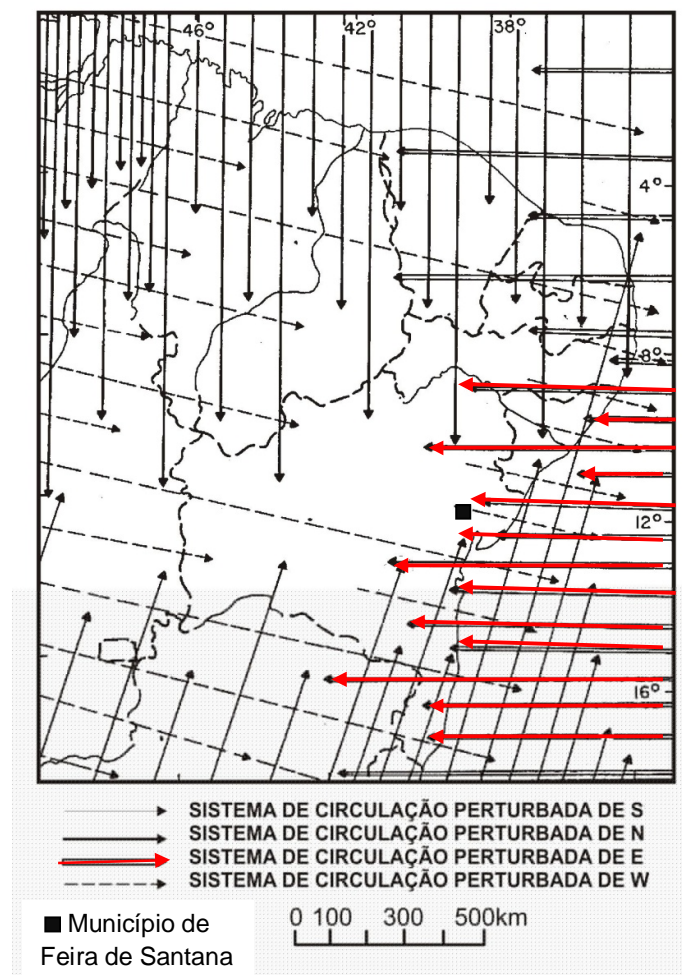


Figura 03: Sistemas de circulação atmosférica perturbadas da região Nordeste, destacando em vermelho a circulação perturbada de leste que atinge o Estado da Bahia, especificamente o município de Feira de Santana.

Fonte: Nimer (1977) adaptado por DINIZ (2012).

A diversidade de climas no NEB deve-se à atuação de vários mecanismos físicos que interagem e são responsáveis pela distribuição de chuvas na região. Entre os principais fatores climáticos que determinam a distribuição dos elementos climáticos da NEB e sua variação sazonal, estão a posição geográfica, relevo, a natureza da superfície e os sistemas de pressão atuantes na região. O relevo nordestino é composto de dois extensos planaltos, Borborema e a bacia do rio Parnaíba, e de algumas áreas altas que formam as chapadas, como Diamantina e Araripe (CAVALCANTI, FERREIRA, SILVA e DIAS, 2009).

Complementarmente, Nobre (1986) destacou que os trabalhos que vêm sendo realizados por pesquisadores nacionais, sobretudo pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) têm confirmado e mostrado que as anomalias de precipitação pluviométrica no Nordeste estão relacionadas com as anomalias de circulação atmosférica de escala planetária, seja nos estudos baseados em métodos físicos (com base na fenomenologia física dos mecanismos de variabilidade pluviométrica) seja através de métodos estatísticos (baseados na existência de periodicidade aparente, em séries históricas de precipitação pluviométrica).

O NEB está sob a influência dos Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul (ASAS) e do Atlântico Norte (ASAN), e do cavado equatorial, cujas variações sazonais de intensidade e posicionamento determinam o clima na região. O ASAS intensifica-se com certa regularidade e avança sobre o país de leste para oeste, começando no final do verão do Hemisfério Sul, atingindo sua máxima intensidade em julho e declinando até janeiro. Por outro lado, o ASAN tem comportamento mais irregular: é forte em julho, enfraquece até novembro, reintensifica-se até fevereiro, decresce até abril e intensifica-se novamente até julho.

Entre os Anticiclones Subtropicais do Atlântico Sul e do Atlântico Norte na faixa equatorial, está o cavado equatorial, sendo este influenciado pelos mesmos. Os ventos de baixos níveis associados aos sistemas de pressão são os alísios de sudeste, na borda norte do ASAS, e de nordeste, na borda sul do ASAN. No eixo do cavado equatorial está a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), cujas variações em posição e intensidade estão diretamente relacionadas às alterações nas posições e intensidades do ASAS e do ASAN. Assim, a ZCIT no Atlântico

está na região de convergência dos alísios de nordeste e sudeste, apresentando movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidade e chuvas abundantes, e segue as regiões onde a Temperatura da Superfície do Mar está mais elevada (CAVALCANTI et al., 2009).

A máxima precipitação no norte e no centro do NEB em março-abril deve-se à influência da ZCIT do Atlântico, está 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. A migração sazonal da ZCIT está atrelada aos fatores que causam fortalecimento ou enfraquecimento dos alísios de nordeste e sudeste, tendo papel importante na precipitação pluviométrica desta região.

Neste sentido, é válido ressaltar que a ZCIT é parte integrante da circulação geral da atmosfera, sendo definida como uma faixa de baixa pressão e convergência do escoamento nos baixos níveis da atmosfera, próximo a superfície. Proporciona condições favoráveis para movimento ascendente, gera, em consequência, condensação do vapor d'água, formação de nuvens e altas taxas de precipitação. Suas migrações sazonais para o norte e para o sul do equador, sobre o Atlântico Equatorial, bem como sua intensidade são fatores importantíssimos para a grande variabilidade das chuvas nas partes norte e central do Nordeste (GONÇALVES, 1992).

Em anos de seca a ZCIT, normalmente, não cruza o equador na sua migração sazonal para o sul, não atingindo, portanto, o Nordeste. Em anos chuvosos, desloca-se até 5°-6° sul, próximo a costa do Nordeste. Neste contexto, as pesquisas mais recentes têm revelado a estreita relação da ZCIT com a temperatura de superfície dos oceanos tropicais, uma vez que ela se situa, geralmente, sobre as áreas oceânicas de temperaturas mais elevadas. Constatou-se assim, uma relação entre padrão de anomalias da temperatura da superfície do mar com as anomalias de precipitação do Nordeste: águas mais aquecidas no Atlântico Sul Tropical e mais frias no Atlântico Norte Tropical estão associadas aos anos chuvosos, enquanto que, nos anos secos, o padrão fica essencialmente invertido (GONÇALVES, 1992).

Por conseguinte, um conjunto de variáveis meteorológicas que atuam sobre a faixa equatorial dos oceanos pode definir a ZCIT como a Zona de

Confluência dos Alísios (ZCA), a região do cavado equatorial, as áreas de máxima Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e de máxima convergência de massa, e a banda de máxima cobertura de nuvens convectivas. Essas variáveis atuam próximo à faixa equatorial dos oceanos e não se apresentam necessariamente sobre a mesma latitude em superfície, mas próximas umas das outras (CAVALCANTI et al., 2009).

A máxima precipitação de novembro a março, com um pico em dezembro no sul do NEB é ocasionada pela incursão de Sistemas Frontais (SFs) e seus remanescentes entre 5°S e 18°S que interagem com a convecção local. Neste sentido, os SFs podem interagir com a convecção local, especialmente na primavera e no verão do hemisfério sul, quando os SFs apresentam ampla penetração continental, uma condição apontada como necessária para a interação (CAVALCANTI et al., 2009).

Kousky (1979) mostrou que os sistemas frontais ao adentrar em latitudes baixas também produzem um efeito pronunciado na atividade convectiva da faixa tropical. Estes sistemas constituem um importante mecanismo de produção de chuvas no Nordeste, uma vez que, são originários de altas e médias latitudes sul que entram no continente, e geralmente apresentam dois tipos de deslocamento: ou elas se deslocam para leste, trajetória que só modifica o tempo no sul do continente; ou elas se deslocam com uma componente para norte (Nordeste) e que, nesse caso, modificam o tempo em toda a região.

Na costa leste do NEB, escoamento médio e a brisa terra-mar ocasionam um máximo noturno ao longo da costa e um máximo diurno até 300 km distante da costa. Nesse setor, as máximas precipitações anuais (superiores a 1.500 mm) concentram-se próximo a região litorânea, em consequência de influências de brisas que advectam nebulosidade, o que provoca a maior concentração de chuvas nessa área. Outra característica da precipitação do NEB é poder ser modulada por distúrbios de leste. Assim, para este setor do NEB, a máxima precipitação mensal de maio-julho foi justificada pela propagação de aglomerados de nuvens para oeste e pelos remanescentes de Sistema Frontal (SF) que se deslocam sobre a região e podem atingir latitudes equatoriais, principalmente no inverno do Hemisfério Sul o que pode ser facilitado pela componente meridional do escoamento típico de inverno (CAVALCANTI et al., 2009).

Kayano (2003) mostrou que, durante o inverno do Hemisfério Sul, as ondas de leste propagam-se no Atlântico Tropical Norte (ATN) com efeitos indiretos sobre o leste do NEB, e afetam principalmente a precipitação no norte da NEB, enquanto no verão do Hemisfério Sul a precipitação no NEB pode ser modulada pelo efeito combinado de incursão de ondas transientes e sinóticas de latitudes médias para latitudes equatoriais, ventos alísios e distúrbios de leste nas latitudes equatoriais.

A variabilidade pluviométrica é decorrência também de fenômenos como o *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS), sendo este apontado como um dos principais fenômenos responsáveis pelas variações interanuais de precipitação pluviométrica, associado a anomalias de outros elementos meteorológicos da região do globo, relacionando aos sistemas dinâmicos da circulação atmosférica. As condições secas sobre o NEB em anos de ocorrência de *El Niño* são explicadas pela componente leste-oeste do ENOS, refletida em alterações de grande escala da circulação atmosférica associada a uma circulação de Walker deslocada para leste, com seu ramo ascendente sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico Equatorial Leste, e ramo descendente sobre o Atlântico e o NEB (CAVALCANTI et al., 2009).

O fenômeno *El Niño* – Oscilação do Sul (ENOS) é constituído por dois componentes, um de natureza oceânica, *El Niño*, e outro de natureza atmosférica, Oscilação do Sul. A denominação *El Niño* foi utilizada pela primeira vez, no século XVIII, por pescadores peruanos, designando uma corrente de águas quentes que surgia no Oceano Pacífico, na costa da América do Sul em dezembro.

A expressão “O Menino”, em espanhol *El Niño*, foi utilizada em alusão ao natal e ao Menino Jesus. O *El Niño* (fase quente) tem a característica de elevar acima da média a temperatura das águas da região oriental do Oceano Pacífico Tropical, juntamente com a ocorrência de pressões atmosféricas abaixo do normal na região do Taiti, e acima do normal na região de Darwin.

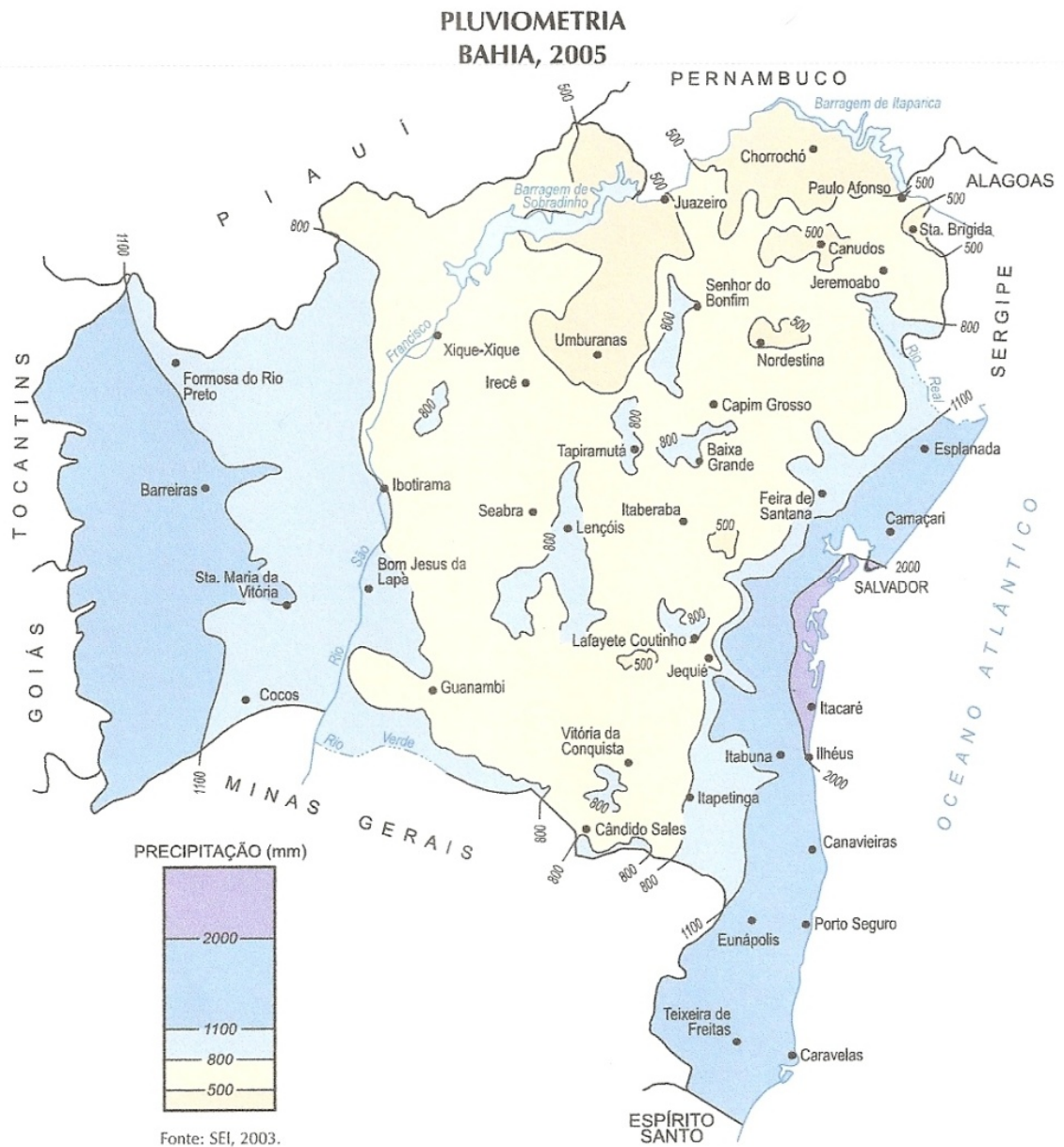
O Estado da Bahia possui uma organização climática transicional e, ao mesmo tempo, ocupa uma posição geográfica de periferia em relação aos sistemas de circulação atmosférica atuantes no Nordeste brasileiro. No quadro regional, o estado é caracterizado pelas condições de tropicalidade, em decorrência de duas estações do ano bem marcadas: uma seca e outra chuvosa.

Na maior parte do seu território as chuvas possuem grande variabilidade t mpero-espacial ao longo do ano. As áreas mais chuvosas são encontradas na faixa costeira, sobretudo, nas áreas compreendidas pelo Recôncavo Baiano e na Baía de Ilhéus, onde os volumes de chuvas anuais ultrapassam os 2.000 mm.

Segundo Jesus (2008) a área central do Estado da Bahia é formada por um grande conjunto morfo-estrutural (Espinhaço – Diamantina), que se dispõe no sentido norte- sul, onde são registradas as maiores cotas hipsométricas, constituindo-se em um mesoclima de alta potencialidade climática, decorrente de seus atributos (térmicos) de refúgio salubre de altitude. Apesar de estar inserido no semi- rido baiano, com áreas de piemontes bem contrastantes, nos setores oriental e ocidental, esta região apresenta uma paisagem singular no contexto do Estado da Bahia, com um clima bem diferenciado.

Grande parte da Chapada Diamantina é caracterizada pela existência de formas tabulares, dispostas em patamares estruturais, que se elevam entre 480 a 1.000 metros de altitude, aproximadamente. Se, por um lado, a acidez e a baixa fertilidade dos solos e os reduzidos índices pluviométricos impõem algumas restri es ecológicas ao uso agrícola, o relevo possibilita a existência de atributos climáticos de mesotermia e define atributos ímpares no contexto do Estado, oferecendo amplo potencial para o turismo e o lazer.

A variabilidade espacial da pluviosidade no Estado da Bahia pode ser caracterizada em áreas distintas, as quais são: a faixa do litoral, que possui índices superiores a 1100 mm, chegando até mesmo a 2000 mm em algumas áreas. Nesta região a chuva é caracterizada por ter uma distribui o mais regular no decorrer do ano. A parte ocidental do Estado, também possui índices elevados, com 800 mm, mas não apresenta uma distribui o regular da precipita o pluviométrica. A encosta Diamantina permite definir outra área com índices pluviométricos que atingem 800 mm, assegurando um  ndice elevado o ano inteiro. Os  ndices pluviométricos mais baixos inferiores a 500 mm são encontrados nas áreas que constituem os setores semi-áridos do Estado abrangendo as regiões norte, nordeste e uma pequena porão no centro-sul **(Figura 04)**.



Escala: 1:2.000.000

Figura 04: Mapa de Pluviometria do Estado da Bahia

Fonte: SEI (2005)

SEPLANTEC (1978) deu suporte para a realização e publicou o Atlas Climatológico do Estado da Bahia, documento síntese, na qual traz a análise de quatro grandes tipos climáticos para o Estado da Bahia e cada tipo apresenta subtipos com características que os diferenciam entre si, com base nos índices climáticos, sendo os seguintes: Úmido, Úmido a Subúmido, Subúmido a Seco e Semi-Árido. Os tipos Úmido e Úmido a Subúmido distribuem-se na faixa litorânea, nos chapadões ocidentais e na vertente sul da Chapada Diamantina. A faixa litorânea apresenta-se como a área que detém o maior grau de umidade e os índices de chuva acima de 1.800 mm anuais, atingindo valores em torno de 2.000 mm no litoral.

Por outro lado, à medida que se aproxima da Serra Geral de Goiás, que divide as águas da Bacia do São Francisco e de Tocantins, contrasta com a faixa litorânea no que diz respeito à concentração de chuvas, pois, embora a precipitação ocorra em todos os meses do ano, a faixa oeste exibe uma estação seca bem definida no inverno. Isto se deve aos sistemas de circulação atmosférica atuantes na faixa oeste como o sistema de circulação perturbada de oeste fazendo com que as precipitações não sejam distribuídas de forma equitativa ao longo do ano. Seu regime sazonal é tipicamente tropical, com acentuada máxima no verão e mínima no inverno. Mais de 70% do total de chuvas acumuladas durante o ano se precipitam normalmente de novembro a março, sendo mais chuvoso o trimestre janeiro, fevereiro e março.

O tipo climático do município de Feira de Santana em função da sua posição geográfica no cenário baiano é o clima tropical Subúmido alternando para o Seco, segundo a classificação proposta por Thornthwaite & Matther (1955). Neste município, as condições climáticas são regidas por diferentes sistemas de circulação atmosférica ao longo do ano (de natureza oceânica e continental), registrando-se precipitação pluviométrica média de 848 mm anuais e temperatura média anual de 24° C, podendo, no verão, atingir máximas de 27°C e no inverno mínimas de 22°C.

A área de estudo tem a atuação de alguns sistemas de circulação atmosférica como os Sistemas Frontais que são originários das altas e médias latitudes do hemisfério sul, como descontinuidades resultantes do contato entre os anticiclones polar e subtropical que atuam no Nordeste, durante o ano todo,

até a latitude de 13° S, neste sentido, é válido ressaltar que o município de Feira de Santana possui as coordenadas geográficas de 12°00'00"-12°20'00" de latitude sul recebendo a influência dos Sistemas Frontais na precipitação pluviométrica. Como afirmado por Gonçalves (1992) “a concentração das chuvas no outono-inverno é uma decorrência da atuação mais efetiva dos SFs que, mas vigorosos nesta época, atingem mais facilmente esta latitude”. Ao longo dos anos o outono se apresentou mais chuvoso na área de estudo, principalmente no mês de maio.

Além disso, Kousky (1980) chama a atenção para a importância da circulação típica das áreas litorâneas do norte/nordeste da América do Sul – ou seja, os mecanismos de brisas marítimas e terrestres – influenciando nas chuvas. Suas observações enfatizam que a atividade decorrente do desenvolvimento de uma linha de cumulonimbus associada à brisa marítima, nestas áreas, é responsável por uma quantidade apreciável de precipitação, podendo se propagar como uma linha de instabilidade em direção ao interior do continente. Como dito por Cavalcanti (2009) e já apresentado o escoamento médio e a brisa terra-mar ocasionam um máximo noturno ao longo da costa e um máximo diurno até 300 km distante da costa, e o município de Feira de Santana está localizado a 109 km do litoral.

Como já discutido anteriormente, o município de Feira de Santana recebe influência da corrente perturbada de leste, uma vez que, são característicos dos litorais da zona tropical adentrando ao continente, na qual são atingidos pelos alísios e caminham de leste para oeste, além disso, tais fenômenos de perturbação ocorrem no seio dos anticiclones tropicais, sobre o continente e, também, com a penetração de frentes frias em baixas latitudes.

Por outro lado com relação à variabilidade pluviométrica do município de Feira de Santana, o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) traz períodos secos e são explicadas pela componente leste-oeste do ENOS, refletida em alterações de grande escala da circulação atmosférica associada a uma circulação de Walker deslocada para leste, com seu ramo ascendente sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico Equatorial Leste, e ramo descendente sobre o Atlântico e o NEB como dito por Cavalcanti (2009).

1.5 CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays L.*) há alguns séculos vem sendo utilizado diretamente na alimentação humana e de animais e a sua importância não se restringe apenas ao fato do seu grande volume mundialmente produzido, mas também ao importante papel sócio-econômico que representa. Constitui ainda em fonte de matéria-prima para uma expressiva série de produtos industrializados, tais como amido, óleo, flocos, fubá, farinha, dentre outros. Segundo alguns pesquisadores o milho é originário do continente americano, oriundo do México e dos Estados Unidos.

Este cereal sofreu intensa evolução em quase todas as civilizações que o cultivaram, principalmente os Astecas, Maias e Incas e, como consequência desta alta domesticação, seleção natural e hibridização o milho é uma espécie altamente polimórfica, com alta variabilidade genética, sendo conhecidas atualmente com mais de 250 raças e mais de 2500 variedades de milho.

Os indígenas brasileiros, muito antes dos navegadores portugueses, já utilizavam o milho, na qual figurava como um dos alimentos mais importantes ao lado da mandioca. Os indígenas utilizavam o referido cereal, sob a forma de farinha. Ainda no Brasil, documentos históricos de 1834 relatam a importância do milho como fonte alimentar, constituindo-se na época um dos principais objetos de especulação dos cultivadores dos estados de Minas Gerais e Goiás.

O milho no Brasil foi cultivado para atender as necessidades internas ou, mais especificamente das propriedades rurais, é importante ressaltar que o milho ocupa no país a maior extensão de área plantada entre todos os produtos agrícolas. Com base no Ministério da Agricultura (2012) estima-se que 10% da produção do milho se destinem ao consumo humano. Cerca de 50 a 60% é empregada na formulação de rações, e o restante 30 a 40% é fornecida diretamente aos animais.

O milho exige durante o seu ciclo vegetativo, calor e umidade para se desenvolver e produzir satisfatoriamente. Esta cultura exige no mínimo de 200 mm de precipitação pluviométrica no verão, para que produza sem a necessidade da prática de irrigação. Assim, as localidades cujas precipitações pluviométricas anuais oscilem entre 250 a 5000 mm são consideradas aptas para o plantio do

mencionado cereal. Quanto à temperatura anual, esta deve variar entre 25 e 30° C, propiciando as melhores condições para a germinação das sementes.

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que se estende desde a agricultura familiar até a indústria de alta tecnologia. É uma cultura temporária e bastante importante na produção na alimentação animal representa a maior parte do consumo deste cereal, isto é, cerca de 70% no mundo, principalmente na forma de rações, onde aparece como componente principal, devido o seu alto valor energético.

A cultura do milho se desenvolve em solos profundos, bem drenados e com boa fertilidade, cujo índice pH esteja compreendido entre 5,5 e 7,5. O sistema radicular atinge aproximadamente profundidades de até 1,5 m. Enquanto o porte do milho é pequeno, as suas raízes se desenvolvem quase que paralelamente à superfície do solo, penetrando verticalmente até a profundidade de 30 cm no máximo. O sistema radicular da planta é bastante ramificado, fazendo com que a cultura tolere bem os períodos de escassez de chuvas.

O milho pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo. Entre as plantas C4, o milho está no grupo de espécies com maior eficiência de uso da radiação solar ou eficiência quântica, com valor médio entre 64,5 a 69 mmol mol⁻¹, enquanto outras espécies C4 apresentam valores em torno de 52,6 a 60,4 mmol mol⁻¹. Esta maior eficiência é atribuída à anatomia foliar, por apresentar menor área entre as nervuras e lamela suberizada, o que previne a perda de CO² para o meio (HATTERSLEY, 1984).

A cultura do milho apresenta o período crítico, que vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos. Nessa etapa fenológica, o milho é sensível ao déficit hídrico, podendo-se observar esta sensibilidade nos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos, e na elevada transpiração que ocorre nesse período, em razão do maior índice de área foliar. Os eventos de formação do zigoto e início do crescimento dos grãos são muito suscetíveis a estresses, sobretudo ao déficit hídrico (SCHUSSLER & WESTGATE, 1991).

A absorção, o transporte e a conseqüente transpiração de água pelas plantas são conseqüência da demanda evaporativa da atmosfera

(evapotranspiração potencial), resistência estomática e difusão de vapor, água disponível no solo e densidade de raízes. A planta absorve água do solo para atender às suas necessidades fisiológicas e, com isto, suprir a sua necessidade em nutrientes, que são transportados junto com a água, sob a forma de fluxo de massa. Do total de água absorvida pela planta, uma quantidade bem reduzida (cerca de 1%) é retida pela mesma.

O milho é uma das mais eficientes plantas armazenadoras de energia existentes na natureza. De uma semente que pesa pouco mais de 0,3 g irá surgir uma planta geralmente com mais de 2,0 m de altura, isto dentro de um espaço de tempo de cerca de nove semanas. Nos meses seguintes, essa planta produz cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou.

O caráter monóico e a sua morfologia característica resultam da supressão, condensação e multiplicação de várias partes da anatomia básica das gramíneas. Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. Contudo, o resultado geral da seleção natural e da domesticação foi produzir uma planta anual, robusta e ereta, com um a quatro metros de altura, que é esplendidamente “construída” para a produção de grãos.

O milho é uma planta monocotiledônea¹ e pertence à família das gramíneas do gênero *Zea*, sendo cientificamente designada pela espécie *Zea mays* L. Morfologicamente a planta apresenta ciclo variável entre 110 a 180 dias, compreendendo as seguintes etapas:

- a. Germinação ou estabelecimento: período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, em função do solo pode oscilar entre 15 a 25 dias de duração;
- b. Período vegetativo: período compreendido desde a emissão da segunda folha até o início do florescimento compreende 25 a 40 dias;
- c. Florescimento: período compreendido entre o início da polinização e o início da frutificação, cuja duração é entre 15 a 20 dias;

¹ As monocotiledôneas são um grupo de plantas angiospérmicas (angiospermas ou magnoliófitas) que se caracteriza taxonomicamente na botânica como categoria de planta cujo embrião tem, tipicamente, um só cotilédone, raiz fasciculada (raízes ramificadas) e folhas paralelinérveas.

- d. Frutificação: período compreendido entre o início do enchimento dos grãos até o início da maturação compreende 35-45 dias;
- e. Maturação: período compreendido entre a maturação fisiológica e o momento de colheita compreende 10-15 dias.

O sistema radicular apresenta dois tipos de raízes: primárias e adventícias; o caule é cilíndrico tipo colmo com nós e entrenós; e as folhas são do tipo lanceolado, possuem limbo e são alternadas. As inflorescências são duas: masculina e feminina, sendo que na masculina, o pendão é constituído de eixo central com ramificações e espiguetas, onde estão as flores. Cada panícula (pendão) pode produzir de dois a cinco milhões de grãos de pólen. A feminina (boneca) quando bem desenvolvida pode reunir de setecentas a mil flores, e a semente, por sua vez, é do tipo cariopse que é um fruto seco de semente única.

A espiga corresponde em estrutura a um colmo, as bainhas foliares (palhas) originam-se de cada nós que são fortemente superpostas e firmemente envolvidas em torno da espiga, evitando a dispersão natural. Os pares de espiguetas de cada espiga diferem da do pendão, e as glumas envolvem parcialmente a espiguetas. A pequena flor, por sua vez, é só parcialmente envolvida pela lema e palea (GOODMAN *In* PATERNIANI, 1987).

2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

Os conceitos que nortearam o desenvolvimento desta pesquisa foram de variabilidade pluviométrica, produtividade agrícola e seca. Além disso, foram utilizadas as categorias de análise como circulação atmosférica, pluviosidade e tipologia climática. Para tanto, foram consultados diversos trabalhos como obras específicas, teses e dissertações, artigos publicados em revistas e periódicos especializados, a fim de embasar o processo de construção do referencial teórico-conceitual. Desta forma, estudos foram desenvolvidos sobre a variabilidade climática, podendo ser destacados Mitchell (1966) citado por Christofolletti (1993); Ayoade (1983); Christofolletti (1989); Nimer (1989), Santos (2000), Sant'Anna Neto (2003) e Tavares (2004).

Mitchell (1966) citado por Christofolletti (1993) ressaltou que a variabilidade climática é a maneira pela qual os parâmetros climáticos variam no interior de um determinado período registrado. As medidas adequadas para expressar a variabilidade são geralmente consideradas como sendo o desvio padrão e o coeficiente de variação de séries temporais contínuas.

Ayoade (1983) define variabilidade como flutuações no clima dentro de um período menor do que 30-35 anos, um período usualmente aplicado para cálculo dos valores das normais climáticas. Além disso, este autor argumentou que as condições climáticas exercem influência sobre todos os estágios da cadeia da produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização.

Christofolletti (1989) argumentou que a variabilidade climática se refere às alterações em curto prazo nas características das variáveis climáticas, mas sem que haja mudança no clima. O autor ressaltou que variabilidade climática são alterações em curto prazo, enquanto que a mudança climática se resume em longo prazo. Além disto, este autor acrescentou que a seca está relacionada com azares climáticos que impõe graves riscos para a agricultura. Saliou que “o desenvolvimento da lavoura não depende somente das condições climáticas, mas as culturas ficam sujeitas a um grande número de azares climáticos durante o seu desenvolvimento”. Com relação aos azares climáticos, entretanto, pela sua própria natureza e magnitude, escapam ao controle do homem. Fenômenos como

tornados, vendavais, ocorrências de geada, além dos veranicos e da influência do ENOS (*El Niño/Oscilação Sul*), pela sua potencialização, envolvem forças físicas superiores à capacidade de proteção que a sociedade contemporânea tem a seu dispor (Monteiro, 1999).

Nimer (1989) considerou a variabilidade climática pela irregularidade interanual, levando em consideração a concentração de chuvas nas estações do ano ou o grau de homogeneidade espaço-temporal. Este autor argumentou que a variabilidade climática pode ser compreendida pela irregularidade na distribuição das chuvas anuais de uma determinada área, ou até mesmo pelas estações do ano.

Santos (2000) argumentou que a variabilidade do clima a prazo mais curto está adquirindo cada vez maior importância como consequência das crescentes demandas sobre os limitados recursos naturais. Essa variabilidade que tem sido manifestada pelas desastrosas secas e por valores meteorológicos extremos registrados em muitas partes do mundo, e que tanto sofrimento humano tem causado e que tão negativamente tem influenciado no desenvolvimento econômico.

Sant'Anna Neto (2003) explicou que a variabilidade das chuvas é a “maneira pela qual os elementos climáticos variam no interior de um determinado período de registro de uma série temporal”, ou seja, este autor apontou que a variabilidade climática é observada pela variação dos elementos climáticos numa série histórica de dados.

Tavares (2004) salientou que a variabilidade climática poderá ser bem mais observada quanto maior for o período de dados, pois ela é a característica da dinâmica da atmosfera e está estreitamente vinculada à concepção de intervalos de recorrência. O mesmo autor enfatizou que a circulação atmosférica, em estreita interação com os aspectos geográficos de uma determinada área, é a responsável pela variabilidade do clima.

2.1. Trabalhos relacionados com a variabilidade pluviométrica

Morize (1889) realizou um estudo sobre um Esboço da Climatologia do Brasil retratando as relações do clima com os aspectos humanos; realizou uma proposta de classificação climática que concebia como ponto de partida os

conceitos adotados por Köppen, no que se refere às médias térmicas, sazonalidade e totais pluviométricos. Utilizando 106 estações meteorológicas, o autor se apoiava nos climogramas para determinar os tipos climáticos; além de um expressivo conjunto de dados meteorológicos.

Carvalho (1917) tratou os aspectos climáticos do Brasil, apontando as concepções gerais sobre o tempo e o clima. Este autor estruturou sua obra em três partes: a primeira tratava dos elementos e fatores climáticos, especificamente no hemisfério sul; a segunda, da variabilidade, sazonalidade e distribuição dos fatores meteorológicos; e a terceira, que chamou de climatografia, propunha uma classificação dos climas do Brasil.

Ferraz (1925) realizou um trabalho sobre as causas prováveis das secas do Nordeste brasileiro retratando as secas nordestinas, procurando averiguar quais os agentes atmosféricos mais diretamente responsáveis pelo fenômeno das intensas estiagens, empregou seus ensaios a partir da análise das cartas sinóticas para explicar as causas prováveis das secas do Nordeste brasileiro. Analisou, também, o papel do anticiclone polar atlântico e definiu-o como o responsável pelo fenômeno da friagem amazônica.

Setzer (1946) fez um estudo sobre a distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo, para explicar diversas questões pedológicas, diretamente inter-relacionado com o clima. O autor calculou as normais mensais, sazonais e anuais da pluviosidade no espaço paulista para 246 localidades, com uma média de 18 anos para o período de registro, que terminava no primeiro semestre de 1945. Setzer elaborou com base neste material, sete mapas, sendo o primeiro a distribuição das médias pluviométricas do Estado, e no restante dos mapas caracterizou a pluviometria das estações do ano, sendo os dois últimos mapas correspondentes aos meses mais secos e chuvosos. O autor concluiu que, na primeira metade do século XX, a estiagem, se tornou mais aguda e prolongada no espaço paulista, e a estação chuvosa se tornou mais curta e intensa, evolução esta que, segundo o autor, reflete os sinais de uma evolução climática ocasionados principalmente pelo desmatamento da vegetação paulista.

Monteiro (1976) desenvolveu um estudo sobre a relevância do clima na organização econômica do espaço geográfico do Estado de São Paulo, através espacialização dos fenômenos climáticos; o clima e a organização econômica; o

clima e a sua relação com a qualidade do ambiente. Além disso, ressaltou também algumas questões metodológicas sobre a variabilidade climática espacial e temporal.

Monteiro (1981) realizou um trabalho sobre os fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento: conjecturas sobre o caso brasileiro, o autor retomou a discussão do papel das variáveis climáticas nos processos de organização agrícola, em especial o problema da aplicabilidade das mesmas nos países tropicais em esforços de desenvolvimento. Este trabalho focalizou a relação entre o binômio clima e agricultura que acaba repercutindo ou refletindo conexões importantes nos outros domínios geográficos, além disto, ressaltou algumas inferências sobre o papel dos fatores climáticos na agricultura e o papel da pesquisa climatológica no esforço geral de desenvolvimento.

Mota (1983) realizou um estudo sobre a meteorologia agrícola e acrescentou que a agricultura é dependente dos seguintes recursos naturais: clima, topografia, solo, vegetação, animais, água, homem, depósitos minerais e combustíveis. O clima, por sua vez, varia no tempo e no espaço, e os componentes mais importantes são precipitação e radiação solar. Além disso, aborda que o clima assume significância em quase todas as fases das atividades agrícolas desde a seleção de lugares para a instalação de culturas e experimentos agrícolas, até o planejamento a longos ou curtos prazos. Desta forma, é perceptível que o clima é muito importante na agricultura, desde a escolha da área para sua instalação, até o planejamento a longo ou curto prazos, através do monitoramento de períodos excepcionais, que possam repercutir de forma negativa nas lavouras.

Mota (1986) retratou em seu trabalho sobre clima e agricultura no Brasil, a seca como o maior flagelo meteorológico da agricultura brasileira. Além disso, este autor abordou uma previsão agrometeorológica para o rendimento de cereais, através da construção de modelos que levam em consideração o clima-rendimento, estabelecendo um banco de dados históricos meteorológicos e de rendimentos das culturas. Além disso, mencionou um estudo sobre as condições climáticas e o desenvolvimento do trigo, visando estabelecer uma relação entre clima, adaptação, rendimento e zoneamento do trigo no Brasil.

Nimer (1989) realizou um trabalho sobre a climatologia do Brasil e explanou a climatologia da região Nordeste, na qual se caracteriza pelo regime anual de chuvas com secas prolongadas, devido principalmente a irregularidade na sua distribuição. Diante disto, acrescentou que nenhuma outra região brasileira acusa desvios tão significativos como o Nordeste, quase todo o território desta Região apresenta desvio médio (positivo ou negativo) em relação à normal, superior a 25%, e são bem maiores na área do polígono das secas. Em algumas áreas deste setor o desvio médio chega a alcançar índices superiores a 50%, o que significa um dos mais expressivos do mundo.

Monteiro (1991) realizou um estudo sobre clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Este autor argumentou que a ciência geográfica visa integrar as diferentes esferas terrestres para uma compreensão da organização e transformação dos espaços, sob um prisma antropocêntrico, e tem no estudo dos climas, um dos mais variados tópicos de seu objeto e estudo. Este autor focalizou a importância dos estudos do clima na Geografia, pois o este apresenta um papel primordial como regulador da produção agrícola.

Ribeiro (1993) tratou sobre a climatologia geográfica e a organização do espaço agrário e acrescentou que o clima é um fator essencial no processo de organização espacial da sociedade, sobretudo na organização do espaço agrário, quando os atributos climáticos exercem um condicionante no processo produtivo. Esse processo produtivo agrário, muitas vezes, está direcionado aos cultivos agrícolas comerciais, os quais devem estar sempre associados a um clima ideal para o desenvolvimento biológico da planta. Estas adaptações dos cultivos agrícolas comerciais contam com o apoio dos modelos numéricos que calculam o balanço hídrico existente entre planta–solo–atmosfera.

Christofletti (1993) realizou um estudo sobre as implicações geográficas relacionadas com as mudanças climáticas globais, preocupando-se inicialmente em conceituar expressões que estão ligadas às mudanças climáticas globais, tais como: variabilidade, oscilação e tendência; designando, caracterizando e diferenciando tanto no tempo como no espaço as definições abordadas. As mudanças climáticas globais afetam diretamente o fluxo de matéria e energia do sistema, delineando um novo comportamento das implicações geográficas, que

são divididas pelo autor em diversas categorias, sendo elas: as baixadas litorâneas; química da atmosfera, circulação atmosférica e condições climáticas, modificações no geossistema; distribuição espacial da agricultura e as reações geomorfológicas.

Nunes e Lombardo (1995) abordaram em um trabalho a questão da variabilidade climática através da consideração de diversos artigos que são voltados a essa temática. Acrescentaram que embora a variabilidade seja uma componente conhecida dentro da dinâmica climática, seu impacto, mesmo dentro de limites esperados, pode ter reflexos significativos nas mais diversas atividades humanas, principalmente a agricultura. Este trabalho apresentou uma discussão quanto às formas de tratamento dados à temática, apresentando alguns resultados parciais.

Santos (1996), em seu trabalho sobre as mudanças climáticas no Estado de São Paulo, procurou demonstrar que o homem vem causando enormes alterações no sistema ambiental, acentuadas, recentemente, pelas emissões de gases estufa que resultam no aumento das chuvas. A referida autora, através da tendência e da variabilidade das chuvas no Estado de São Paulo, utilizando dados de 22 postos pluviométricos de uma série de 52 anos (1941-1993), analisou as alterações climáticas a de curto prazo, com base nos dados pluviométricos, procurando verificar a existência e as características das inconstâncias climáticas nos postos localizados nas nove tipologias climáticas localizadas no espaço paulista. Concluiu que houve redução das chuvas em três unidades climáticas: Litoral e Planalto Atlântico Norte (Ubatuba), Vale do Paraíba (Paraibuna) e Mantiqueira (Campos de Jordão). Em equilíbrio, a porção Central do Litoral Paulista (Iguape), e o aumento das chuvas em todo o restante do Estado.

Aragão (2000) realizou um trabalho sobre a previsão da precipitação no norte do Nordeste do Brasil para o período chuvoso de fevereiro a maio: nos anos 1997/98, nesse estudo, foram abordadas as anomalias na precipitação total observadas de fevereiro a maio no norte semi-árido do Nordeste do Brasil com indicações de grupos: anos secos, normais e chuvosos. Os anos de 1997 e 1998 apresentaram-se como anos secos, como base em 67 estações meteorológicas. Além disso, o ano de 1997 apresentou uma redução na quantidade de chuva

entre 30 a 50%, o déficit hídrico foi intensificado em 1998 com grandes impactos na agricultura e pecuária. Por conseguinte, ainda tratou que o veranico, conhecido como a ausência de chuvas de uma semana até um mês, quando acontece em determinadas fases do cultivo vegetal, ocorre à conhecida seca verde, como por exemplo, na cultura do milho, em que as folhas ficam verdes e a espigas não desenvolvem o grão.

Sant'anna Neto (2002) realizou um estudo sobre a análise da variabilidade das chuvas no Extremo Oeste Paulista (1971/1999), e apontou que a questão da variabilidade climática e das mudanças climáticas tem sido um dos temas de maior relevância nas discussões atuais sobre os destinos da humanidade. Na literatura científica recente, tem sido demonstrado que os regimes climáticos têm sofrido anomalias, muitas delas com graves conseqüências socioambientais. Sob esse aspecto, no clima tropical, as chuvas têm se revelado como o elemento de maior irregularidade, tanto espacial, quanto temporal, o que significa enormes repercussões nas atividades socioeconômicas. No caso do estado de São Paulo e, mais especificamente em sua porção oeste, tem se verificado dois aspectos que afetam profundamente esta que é uma região eminentemente agropecuária: a concentração pluvial, com episódios de chuvas muito intensas; e o aumento do período de estiagem no inverno e primavera.

Fialho (2007) realizou um trabalho sobre as inconstâncias climáticas abordando a preocupação com o meio ambiente, além disso, retratou uma discussão sobre as questões climáticas, sendo que este trabalho procurou estabelecer as diferenças entre as terminologias e os conceitos utilizados na questão climática. Por conseguinte, abordou um estudo sobre as mudanças climáticas globais, regionais e locais; o grau de concordância dos indicadores das mudanças climáticas globais e a relação entre climatologia e política.

Sousa (2007) realizou um estudo sobre a oscilação das chuvas na porção Centro Oeste do estado de Mato Grosso, entre os anos de 1996 a 2001 e retratou que a oscilação das chuvas anuais ocorridas na porção Centro-Oeste do Estado de Mato Grosso entre os anos de 1996 a 2001, identificou os municípios que tiveram mais e menos acúmulos pluviométricos, com posterior geração de mapas de isoietas. Os maiores valores pluviométricos foram registrados nos anos de 1998 e 1996, com somas de 2300 a 2350 mm, abrangendo os municípios de

Comodoro, Nova Lacerda, Campos de Júlio, Sapezal e Tangará da Serra. Já no ano de 1999, registrou-se menor valor pluviométrico com 1900 mm, nos municípios de Comodoro e Nova Lacerda. A variabilidade pluviométrica ocorreu ao longo dos seis anos de estudo, período em que a chuva foi bem irregular, durante todos os anos analisados. Com os resultados obtidos das análises dos mapas de isoietas de 1996 a 2001, identificou-se que preferencialmente, as chuvas ocorreram em maior quantidade nas porções Oeste e Norte, sendo que as menores quantidades chuvosas registraram-se nas porções Leste e Sul.

Grimm *in* Cavalcanti et al (2009) desenvolveu um trabalho sobre a variabilidade interanual do clima do Brasil, e argumentou que esta variabilidade apresenta significativa contribuição para a variância da precipitação em várias regiões, principalmente porque a precipitação é o mais importante parâmetro climático. Alguns resultados observacionais levaram Moura e Shukla *in* Cavalcanti et al (2009) a propor um mecanismo dinâmico para explicar as secas do NEB, e os autores utilizando modelos numérico e teóricos, além de análises diagnósticas, propuseram que as secas no NEB podem ser explicadas pela ocorrência simultânea de uma fonte de calor ao norte do equador e um sumidouro ao sul, que induzem uma circulação termicamente forçada, a qual produz movimentos ascendentes ao norte do equador e descendentes ao sul, inclusive sobre o NEB.

2.2. Trabalhos relacionados com o clima e a produtividade agrícola do milho (*Zea mays* L.)

Carvalho (1967) realizou um estudo sobre os aspectos geoeconômicos da produção do milho, argumentou inicialmente sobre a importância deste cultivo, devido a sua multiplicidade de usos. A sua classificação botânica e suas formas genéticas são mostradas pelo autor que abordou mais de seis formas genéticas cultivadas no mundo. Mais adiante abordou uma descrição minuciosa desde o sistema radicular até as características dos grãos de milho (cor e forma). Além disso, tratou o perfil geoeconômico do Brasil sobre a produção do milho, que se desenvolvem sob duas formas básicas: a familiar e a produção em larga escala, sendo esta última produzida principalmente nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Segundo o IBGE (2009) o Nordeste detém a metade dos estabelecimentos de

agricultura familiar do país (2.187.295) e 35,3% da área total deles (28,3 milhões de hectares). Na referida região, estes representam 89% do total de estabelecimentos e 37% da área. Cinco dos dez maiores estados brasileiros em termos de número de estabelecimentos de agricultura familiar são nordestinos, com destaque para Bahia, em primeiro lugar, com 665.831 (ou 15,2% do total nacional) e o Ceará, em quarto (341.510 ou 7,8% do total).

Une (1979) publicou um trabalho sobre os fatores climáticos influenciando a agricultura em Campo Grande (MT), abordou a relação entre chuvas e produção agrícola nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, considerando-os não significativos. Em março, quando o milho se encontra em fase de secagem natural para ser colhido, a partir de abril, ele passa a não necessitar de chuva e assim a pequena oferta hídrica de Campo Grande, como também a redução gradativa do número de dias de chuva, vem facilitar a colheita nos meses subsequentes, e em consequência, a produção do milho apresenta alta correlação positiva com as chuvas de março. Ao analisar os níveis de produtividade do Nordeste, observou-se que ela é historicamente muito baixa, sendo inferior a 1.000 kg/ha até o início dos anos 2000. A partir do início desta década, os níveis de produtividade aumentaram até alcançar a média de 1.300 kg/ha nos últimos anos; isto principalmente pelo aumento da produção de milho nas regiões Oeste da Bahia, Alto do Rio Parnaíba no Piauí e Sul do Maranhão.

Fancelli & Lima (1982) realizaram um estudo sobre produção, pré-processamento e transformação agroindustrial do milho a partir de uma análise histórica com a origem e difusão do milho; sua importância econômica em âmbito mundial e nacional; e, os problemas da cultura. Além disso, argumentaram sobre as características botânicas, grupos genéticos e o ciclo vegetativo e fisiológico. Este trabalho retratou a relação entre clima e solo, e os autores destacaram que as deficiências hídricas podem afetar sensivelmente o processo germinativo, comprometendo o estabelecimento da cultura, deficiências posteriores podem paralisar o crescimento, bem como retardar o desenvolvimento reprodutivo das plantas. O milho na região Nordeste foi cultivado para atender as necessidades internas, mais especificamente das propriedades rurais, sendo importante ressaltar que no Nordeste, em particular na Bahia os agricultores familiares utilizam técnicas rudimentares na produção de milho, sendo este um dos fatores

do baixo nível de produtividade, além disso, boa parte da produção é direcionada para o autoconsumo.

Coelho (1988) realizou um estudo sobre a estimativa da estabilidade de produção em cultivares de milho para o estado de Minas Gerais, foi estudada a estabilidade da produtividade de grãos de 28 híbridos de linhagens, quatro híbridos intervarietais e quatro variedades de milho (*Zea mays L.*), em doze regiões do Estado de Minas Gerais. As cultivares Cargill 115, Dekalb 678, Cargill 525, Germinal 15C, Cargill 111 S, e Cargill 511 A, apresentaram boa produtividade. De acordo com o parâmetro de estabilidade, as cultivares Germinal 491, Germinal 493, CMS 12, Cargill 203, Pioneer 3218, Pioneer 3216, Pioneer 6875 e Agrocerec 352 F, apresentaram alta estabilidade. As cultivares Germinal 493, Cargill 511 A, Pioneer 3216 e Agrocerec 302 apresentaram os menores valores para os desvios da regressão (S^2d). As cultivares Cargill 511 A, Pioneer XCH 36 e Agrocerec 303 apresentaram ampla estabilidade de produção de acordo com os parâmetros de estabilidade estudados. As variedades de polinização aberta CPJ VI e CMS 12, CMS 06 e IAC Maya XXI foram mais e menos estáveis na resposta ao ambiente, respectivamente.

Tubelis (1988) desenvolveu um estudo sobre a chuva e a produção agrícola, ressaltou que a produção agrícola é substancialmente afetada pelas condições atmosféricas. Esta influência se faz sentir nas fases de plantio, crescimento, frutificação e colheita dos produtos agrícolas. Além disso, argumentou que a precipitação pluviométrica é muito útil na propriedade agrícola, pois resulta em boas colheitas, já a escassez e/ou inadequada distribuição prejudicam o desenvolvimento e a produção dos cultivos, pois a produtividade das culturas está relacionada com a precipitação pluvial. Desta forma, podemos perceber que o conhecimento das chuvas se torna bastante importante no espaço agrário, pois permite estimar com antecedência a produtividade das culturas. No campo da meteorologia este autor ainda destacou questões relevantes sobre o cultivo do milho, como as suas características, a citar a relação entre o milho e a intensidade luminosa, revelando que as maiores produções da cultura são obtidas nos locais de maior disponibilidade de radiação solar.

Burman & Navarro (1992) realizaram um trabalho sobre estimativas das safras agrícolas no Estado da Bahia e elaboraram duas séries de dados de

produção agrícola do referido Estado, tendo como fonte IBGE (Censo Agropecuário e a Pesquisa da Agropecuária Municipal), e encontraram diferenças significativas quando analisadas estatisticamente, considerando dados relativos à produção das 20 principais culturas, além de aplicar o teste entre as médias. As divergências estatísticas encontradas na produção agrícola, publicadas pela mesma fonte, desorientam as tomadas de decisões.

Carvalho (1992) publicou um trabalho sobre a produção de milho na Bahia e ressaltou que em 1989 a produção baiana de milho no contexto mundial era de apenas 1%. Além disso, enquanto nos outros estados da região Nordeste mantiveram-se a produtividade agrícola em torno de 640 kg/ha, o estado da Bahia apresentou rendimento médio de milho de 496 kg/ha, inferior a média dos outros estados do Nordeste. O autor justifica as causas da baixa produtividade agrícola: a) distribuição irregular das chuvas durante o ciclo de cultivo; b) baixa fertilidade dos solos; c) baixa capacidade produtiva das variedades utilizadas pelos produtores; d) uso de sementes de má qualidade, com baixo vigor e baixo poder germinativo; e) utilização das tecnologias inadequadas. Com relação ao uso das sementes pelos produtores, normalmente, são as mesmas utilizadas em plantio anteriores. As referidas sementes, devido ao sistema de armazenamento nas propriedades, apresentam baixo vigor e baixo poder germinativo.

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (1997) publicou um estudo sobre a situação e tendências dos principais produtos em grãos, e argumentou que a produção baiana de milho se resume em duas safras, sendo que a primeira se concentra nas regiões de Irecê, Barreiras e Piemonte da Diamantina com estimativa em torno de 762 mil toneladas. Para a segunda safra, que tem como principais regiões produtoras Nordeste e Paraguaçu com estimativa de 240 mil toneladas de milho. Por se tratar de uma cultura de consórcio, os produtores de milho de sequeiros que na sua maioria são os mesmos de feijão, enfrentam a mesma problemática: falta de recursos para custeio, períodos longos de estiagem na época do plantio e dos tratamentos culturais.

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (1998) publicou um estudo sobre os bons resultados na 2ª safra de milho e feijão de sequeiros, e acrescentou que no ano de 1998 as colheitas dos grãos foram marcadas por grandes prejuízos causados pelo *El Niño*. Durante o plantio de verão, as lavouras

mais afetadas pelo fenômeno foram: mamona, feijão, milho, arroz e algodão que acumularam uma perda total de quase 300 mil hectares, agravada ainda com os baixos rendimentos obtidos por área. O cultivo do milho é pouco tecnificado, devido ao fato de a cultura ser utilizada basicamente para subsistência e com a utilização apenas de mão-de-obra própria. Esses grupos não conseguem contratar trabalhadores fora da propriedade, geralmente por falta de garantias reais, os bancos não lhes concedem nenhum tipo de crédito agrícola.

Barbosa (2000) realizou um estudo eminentemente geográfico, sobre os impactos da seca de 1993 no semi-árido baiano: o caso de Irecê. Abordou questões importantes sobre as estiagens, começando com a evolução histórica das secas no Nordeste, a ação governamental e as especificidades do semi-árido baiano, com destaque para a Região de Irecê. Nessa área de estudo, a autora focalizou o uso dos recursos e os riscos climáticos para a cultura do feijão, os tipos de secas dentro do período de 1944-1994, e os impactos provocados durante os últimos episódios das secas, evidenciando o evento de 92/93 como aquele mais severo e com mais reflexos no crescimento regional.

Ayala-Osuna (2001) focalizou um estudo sobre genética e melhoramento do milho tropical: propostas para aumentar a produtividade e ressaltou as diferentes publicações sobre a história, evolução e origem do milho, além disso, propôs métodos de melhoramento para as condições do semi-árido e destacou as características da planta como resistência as condições de seca, solos ácidos e alta salinidade, de maneira a contribuir para o aumento da produtividade agrícola. Este autor argumentou que na região Nordeste as produções do milho são prejudicadas pelas condições edafoclimatológicas, principalmente devido às secas prolongadas que reduzem as taxas de produtividade em torno de 600 a 1200 kg/ha. No Estado da Bahia, de forma geral, cerca de 70% da área do Estado na qual se cultiva o milho concentra-se em propriedades com área menor do que 200ha, principalmente na região Além São Francisco, onde municípios tais como Ajustina, Angical, Paripiranga e Riachão das Neves possuem propriedades com menos de 200ha. Já nos municípios na qual vem sendo utilizada maior tecnologia na cultura eles figuram entre os principais produtores, por exemplo: Barreiras, São Desidério e Correntina. Desta forma, o grau de concentração é maior, chegando a cerca de 82% da área colhida com milho em propriedades com mais de 1.000ha².

Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (2002) publicou um estudo sobre a primeira safra de grãos 2002 na Bahia, e argumentou que do milho produzido na Bahia 60% provém do oeste baiano, onde o cereal é plantado mais cedo que as demais culturas. Isso o protegeu dos efeitos da estiagem, uma vez que choveu até meados de fevereiro, o suficiente para o bom desempenho da lavoura, que obteve rendimento médio de 87 sacas por hectares. As demais regiões não tiveram o mesmo desempenho, sendo que a produtividade total do Estado passou de 2.576 kg/ha para 2.433 kg/ha.

Maia (2003) realizou um estudo sobre a variabilidade climática e a produtividade do milho em espaços paulistas para analisar a relação do clima versus produtividade do milho, e argumentou que milho na safra verão é plantado em outubro a novembro, e nos meses de março a abril a produção já está definida, tornando a distribuição e a quantidade da precipitação, um fator fundamental para o desenvolvimento da cultura do milho, principalmente nos meses de outubro a março, período este que coincide com o ciclo vegetativo do cereal. A cultura do milho, com a ausência de água durante as fases de formação da espiga, reprodução e enchimento dos grãos (outubro a janeiro) são reconhecidas como as causas determinantes das menores produtividades, com a indicação dos parâmetros hídricos fornecidos pelo Balanço Hídrico. O autor explanou que se faz necessário a formulação de políticas e estratégias para o desenvolvimento rural regional de curto prazo, para diminuir as perdas na produtividade agrícola paulista e elevar a economia deste importante Estado brasileiro.

Manosso (2005) realizou um estudo sobre a produtividade de milho, soja e trigo e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana (PR) no período de 1968 a 2002. Este autor relacionou a distribuição da precipitação pluviométrica ao longo dos anos no período de 1968 a 2002 com a produtividade agrícola, objetivando entender, portanto, a relação existente entre a precipitação pluviométrica e as quedas de produtividade no mesmo período. Para o milho constatou-se que as maiores relações entre área colhida, produção e precipitação pluviométrica ocorreram nos períodos de excedente hídrico no estágio de colheita e déficit hídrico nos momentos de desenvolvimento precoce ou intermediário da planta.

Moraes & Ferreira Filho (2011) realizaram um estudo sobre a economia das alterações climáticas e a agricultura baiana, neste trabalho os autores ressaltaram a perspectiva de ocorrência de alterações climáticas e suas repercussões na agricultura. Além disso, apresentaram resultados para a atividade econômica, mercado de trabalho e perfil de consumo das famílias para o estado da Bahia a partir de cenários de alterações climáticas. Através de um modelo de equilíbrio geral computável, estimou-se que o produto interno bruto possa cair até 2,3% em um cenário mais severo, apenas considerando os efeitos na agricultura. Resultados para o mercado de trabalho e perfil de consumo também indicaram a possibilidade de uma maior desigualdade de renda a partir das alterações climáticas.

2.3 Trabalhos relacionados com a influência do *El Niño* na variabilidade pluviométrica e a repercussão no Nordeste Brasileiro

Silva (1920) realizou um estudo sobre o problema do Nordeste: as secas e argumentou que os anos de chuvas não são comuns nesta região, pois as secas são freqüentes e se repetem em períodos relativamente curtos. As mais fortes secas aconteceram nos anos de 1710-1711, 1723-1727, 1736-1737, 1744-1745, 1777-1778, de 1784, 1790-193, 1808-1809, 1816-1817, 1824-1825, de 1827, de 1830, de 1833, de 1837, 1844-1845, 1877-1979, de 1898, de 1900, de 1903, de 1907 e de 1915. Além das secas indicadas, houve inúmeros anos com poucas chuvas e também ocorreram anos com inundações.

Caviedes (1975) no seu trabalho sobre o *El Niño* retratou as implicações climáticas, ecológicas, humanas e econômicas deste fenômeno. Além disto, observou uma forte coincidência entre anos de ocorrência do fenômeno oceanográfico *El Niño* e as secas no Nordeste. Esta relação se justifica pelas amplas perturbações espaciais da circulação atmosférica tropical que acabam por refletir na localização anômala da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Ao mesmo tempo em que as chuvas copiosas caem nas planícies costeiras do Peru e Equador causadas pelo *El Niño*, o sertão nordestino apresenta a escassez de

chuvas. Isso ocorre porque a ZCIT não avança para o sul do Equador, não adentrando no setor norte do Nordeste brasileiro.

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (1981) publicou um estudo sobre as secas do Nordeste, abordando uma proposta histórica de causa e efeito, no qual relacionou todas as secas desde o século XVI até o século XX para se observar a ciclicidade do evento. Constatou-se que a cada século existem anos em que o flagelo da seca se repete de modo cíclico. Além disso, este trabalho apresentou as repercussões da seca nos referidos séculos, retratando os efeitos na região Nordeste.

Jesus (1991) realizou um estudo sobre algumas considerações a respeito das alterações climáticas atuais e evidenciou a influência do fenômeno *El Niño* e *La Niña* sobre as alterações climáticas em grande escala, que ao mesmo tempo interfere sobre o quadro climático do Nordeste brasileiro. Em relação a esta região, já foi comprovado por diversos estudos que os períodos de ocorrência do *El Niño* trazem desvios negativos da normal climatológica, a seca. E anos de ocorrência da *La Niña* estão associados, no país, com a ocorrência de muitas chuvas em diversas regiões do país. Por outro lado, já foi atribuído em outras partes do mundo o efeito *La Niña* que causou a intensa seca registrada em 1990 no verão do meio norte-americano, as grandes enchentes em Bangladesh (em 1989) e os violentos furacões ocorridos na região do Caribe e no Golfo do México.

Por conseguinte, Jesus (1991) retratou que o *El Niño* é um fenômeno complexo resultante das inter-relações oceano-atmosfera com múltiplas conseqüências ambientais às vezes catastróficas em várias regiões do planeta. Secas severas e inundações têm sido associadas ao evento. No Brasil, mais particularmente, este fenômeno tem uma característica bem peculiar que é de está associado às longas estiagens ocorridas na região do semi-árido e às chuvas intensas ocorridas no Sul do país. A excepcional intensidade do fenômeno *El Niño*, ocorrida nos anos 80, correspondeu a um indício bastante forte a ser considerado sobre a questão das alterações climáticas que vêm ocorrendo ultimamente. As principais conseqüências que estão vinculadas às prováveis alterações no clima global ligadas ao fenômeno *El Niño* são:

1. Chuvas em excesso ocorridas durante os anos 80 no Equador e Peru;
2. Secas extremamente severas que atingiram a Austrália e a Indonésia;
3. Chuvas e inundações no Sul e secas intensas no Nordeste do Brasil;
4. Aumento da intensidade de furações ao longo do Pacífico Sul;
5. Maiores desvios climáticos entre os anos denominados de excepcionais.

Pinto (1997) em um estudo sobre os reflexos da seca no estado de Sergipe retratou a variabilidade pluvial, os impactos da seca no referido estado destacando a relação com a demografia, agricultura e as áreas urbanas. Além disso, ressaltou a presença da seca na imprensa local, como fonte de informação. Por conseguinte, a autora realizou uma análise histórica da seca diante das políticas públicas, além do significado político da seca e as ações públicas (projetos de irrigação, açudes e pró-sertão) para o estado de Sergipe.

Santos (1998) publicou um estudo sobre seca social, a velha trilogia dramática entre seca, fome e êxodo. Este autor acrescentou que sem dúvida existe um drama com relação aos sertões da região Nordeste que encaram carências permanentes de pobreza, analfabetismo, campesinato sem terra, e atraso da vida rural. Além disso, argumentou que a questão da seca é muito mais uma questão social do que um problema climático, e deslocando por isso, a sua solução para o aperfeiçoamento das relações sociais e, portanto, para o terreno da política.

Pereira (2002) desenvolveu um estudo sobre agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas, e relatou sobre as conseqüências de situações meteorológicas adversas que levam constantemente a graves impactos sociais e enormes prejuízos econômicos, muitas vezes difíceis de serem quantificados. Segundo este autor, mesmo em regiões com tecnologia avançada e com organização social suficiente para diminuir os impactos, os rigores meteorológicos muitas vezes causam enormes prejuízos econômicos. Portanto, as condições adversas do tempo são freqüentes, e muitas vezes imprevisíveis, a médio e longo prazo, por isso, a agricultura se constitui em atividade de grande risco.

Tucci (2003) realizou um trabalho sobre clima e recursos hídricos no Brasil, e acrescentou que um dos fenômenos responsáveis por maiores anomalias

climáticas ao longo do globo terrestre é o ENOS, que atua conduzindo as águas mais quentes de oeste para leste, desloca o ramo descendente da Célula de Walker de oeste para leste da América do Sul (norte do Nordeste brasileiro). No Atlântico Tropical, nos meses do outono austral, o modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala dominante sobre a Bacia do Atlântico Tropical e o conhecido Padrão do Dipolo do Atlântico, caracterizado pela manifestação simultânea de anomalias de TSM, configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical.

Xavier et al. (2003) realizou um estudo sobre as interrelações entre o evento ENOS, ZCIT e as chuvas no Ceará e os resultados revelam um papel significativo da migração da ZCIT para o sul da linha equatorial, isto é, para latitudes mais próximas ao território cearense, no sentido de instalação de chuvas sobre suas bacias, não só as situadas nas proximidades do litoral como, ainda aquelas mais interioranas ou no extremo sul do Ceará. Além disso, ficou nítido o papel das ocorrências de eventos ENOS no Pacífico com relação à descida para o sul da ZCIT no Atlântico e também com as chuvas.

Alves (2003) abordou um estudo sobre a história das secas e argumentou sobre as secas do século XVII e XVIII; as secas segundo os naturalistas e viajantes estrangeiros do século XIX, e as secas segundo os técnicos políticos e administradores do século XIX. Além disso, argumentou a importância de Fernão Cardim, uma vez que este publicou a primeira notícia sobre as secas no Nordeste “uma grande seca e esterilidade na província e que cinco mil índios foram obrigados a fugir do sertão pela fome, socorrendo-se aos brancos”.

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 a *El Niño*, como em 1983 e 1998, e outros eventos de seca também têm sido atribuídos ao aquecimento do Oceano Atlântico Tropical. Não têm se observadas tendências de aumento ou redução sistemática da chuva, ainda que durante os últimos cinco anos as chuvas têm-se apresentado em menores volumes e de forma irregular.

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS DE PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

O método adotado nesta pesquisa foi o hipotético-dedutivo, que tem como premissa um caso particular e generaliza o produto final para avaliar a hipótese e sugere a possibilidade de desenvolver evidências lógicas capazes de apoiá-la ou refutá-la. A hipótese levantada por este trabalho é se no município de Feira Santana a variabilidade das chuvas no período entre 1994 e 2010 define a produtividade do milho.

Neste trabalho foram utilizados os dados pluviométricos extraídos da Estação Climatológica, pertencente ao IV Distrito do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada no Campus da Universidade Estadual de Feira de Santana no município de Feira de Santana (Bahia). A série pluviométrica e de temperatura disponibilizada pela Estação Climatológica se refere ao período de 1994 a 2010, uma vez que só começou a funcionar em março de 1993, por isso só foram estudados os dados pluviométricos e de temperatura a partir de 1994, pois em 1993 foi um ano experimental e de adaptações.

Além disso, foram utilizados os dados agrícolas fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA) até 2010, pois para o ano de 2011 os dados agrícolas ainda não foram divulgados para o referido município. Desta forma, a partir dos dados agrícolas foram realizadas análises sobre produção agrícola, área plantada e valor da produção do milho de 1994 a 2010.

Para a construção do balanço hídrico recorreu-se aos fins comparativos, na qual foram utilizadas diferentes fontes de dados pluviométricos e de temperatura como disponibilizados pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana no período de 1994 a 2010, pela SEPLANTEC (1978) no documento síntese do Atlas Climatológico do Estado da Bahia no período de 1945 a 1970. Além disso, também foram utilizados os dados obtidos através da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) para uma série temporal de 1943 a 1983, além da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) para uma série temporal de 1936 a 1990. A justificativa para a utilização destas diferentes fontes na construção do balanço hídrico foi devido à

tentativa de se uniformizar as séries temporais, uma vez que só os dados de chuvas e temperaturas da Estação Climatológica no período de 1994 a 2010 eram insuficientes, pois é necessário um período maior de dados para a construção do balanço hídrico e a Estação Climatológica foi construída recentemente. Desta forma, a utilização das diferentes fontes tem como objetivo obter informações satisfatórias sobre a distribuição das chuvas no município de Feira de Santana.

O balanço hídrico de Thornthwaite (1948) foi adotado nesta pesquisa, com a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 125 mm, uma vez que, se levou em consideração o melhor desenvolvimento da cultura do milho. Além disso, também foram construídos gráficos resultantes dos valores obtidos no balanço hídrico para os períodos estabelecidos, a partir do software ArcView 3.3.

O **método observacional** se refere à observação e utilização dos dados de chuvas de 1994 a 2010 disponibilizados pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana e a sua relação com a produção agrícola, área plantada e valor da produção do milho de 1994 a 2010 fornecido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA). No **método comparativo** foi realizada uma comparação entre os referidos dados da Estação Climatológica e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE/SIDRA) para os anos citados.

Quanto ao **método estatístico** foi feito a análise da precipitação pluviométrica: índice de intensidade de seca de Ogallo & Nassib (1984), máxima, mínima, desvio interanual e desvio padrão para identificação de períodos secos e chuvosos, além da realização do balanço hídrico de Thornthwaite (1948) e do calendário agrícola para a cultura do milho no município de Feira de Santana. Foram utilizados dados do SIG-Bahia e gerados mapas através do software ArcView 3.3, para a espacialização do município. Além da construção de gráficos e tabelas no Microsoft Office Excel para a configuração espacial e temporal da temática estudada.

3.2 TÉCNICAS DE PESQUISA

Na **pesquisa direta** procedeu-se ao levantamento de informações por meio de trabalho de campo para o reconhecimento da área de estudo no

município de Feira de Santana. O trabalho de campo permitiu uma aproximação do pesquisador da realidade sobre a qual formulou o problema, além de estabelecer uma interação com os agentes que conformam à realidade, assim, construindo um conhecimento empírico importantíssimo para a pesquisa. É importante ressaltar que a observação foi não-participante, na qual o pesquisador toma contato com a realidade estudada sem integrá-la.

A **pesquisa indireta** foi realizado à pesquisa documental (fonte de pesquisa primária) e pesquisa bibliográfica (fonte de pesquisa secundária). Na pesquisa documental foram focalizados os dados de chuvas de 1994 a 2010 disponibilizados pela Estação Climatológica, além dos dados de produção agrícola, área plantada, e valor da produção do milho de 1994 a 2010 fornecido pelo IBGE. Na pesquisa bibliográfica foram consultados diversos trabalhos como obras específicas, teses e dissertações, artigos publicados em revistas e periódicos especializados.

3.3 ÍNDICE DE INTENSIDADE DE SECA

O índice de intensidade de seca adotado nesta pesquisa foi utilizado por Ogallo & Nassib (1984) aplicados em uma pesquisa para o leste da África e obtiveram resultados significativos, pois este índice mostra-se adequado, quando se pretende avaliar as secas, que se refere aos limites críticos da precipitação pluviométrica, pertinentes aos objetivos desta pesquisa. Os autores afirmam que ocorrendo 85% da precipitação pluviométrica esperada, não há grandes danos à agricultura, e que isto só ocorre a partir de desvios > 50%.

Além disso, o índice de intensidade de seca foi também utilizado por Aouad (1991) em Riscos de Seca e Graus de Severidade do Semi-Árido no Estado da Bahia no qual foi analisado o período de 1943 a 1983, e oito eventos de seca mostraram-se significativos, afetando mais de 40% do território estadual (1946, 1950, 1951, 1953, 1959, 1961, 1976 e 1982). A seca mais severa aconteceu em 1961, quando 93% do território do Estado da Bahia foi afetado, até mesmo uma extensa porção da faixa litorânea (seca moderada).

Além disso, Barbosa (2000) em Impactos da Seca de 1993 no semi-árido baiano: o caso de Irecê (Bahia) metodologicamente utilizou este índice de

intensidade de seca e observou que os riscos de secas são bastante elevados em Irecê, revelando uma probabilidade de cerca de 50% de ocorrência. Estimou que em cinco décadas a probabilidade é de ocorrer quatro eventos negativos severos, onze moderados e onze não significativos, desta forma, esta probabilidade é de fundamental importância para o investidor conhecer a realidade da área.

O índice de intensidade de seca foi desenvolvido através da fórmula:

$$Z_{ij} = \frac{(X_{ij} - \bar{X}_j)}{S_j}$$

Onde:

Z_{ij} = índice de intensidade de seca anual para uma dada estação;

X_{ij} = total de chuva anual da estação (j) em determinado ano (i);

\bar{X}_j = média;

S_j = desvio padrão.

Dessa forma, percebe-se que este estudo tratou de uma adaptação da curva normal (distribuição de Gauss) que é um método bimodal, importante em análises estatísticas. É devido ao fato de dados numéricos inerentemente variarem que se torna tão importante estudar não somente medidas (de tendência central) que resumem os dados, como também medidas (de variação) que refletem de que modo os dados numéricos encontram-se dispersos. Assim, o desvio padrão mede a dispersão “média” em torno da média aritmética, isto é, como as observações maiores flutuam acima dela e as observações menores se distribuem abaixo dela.

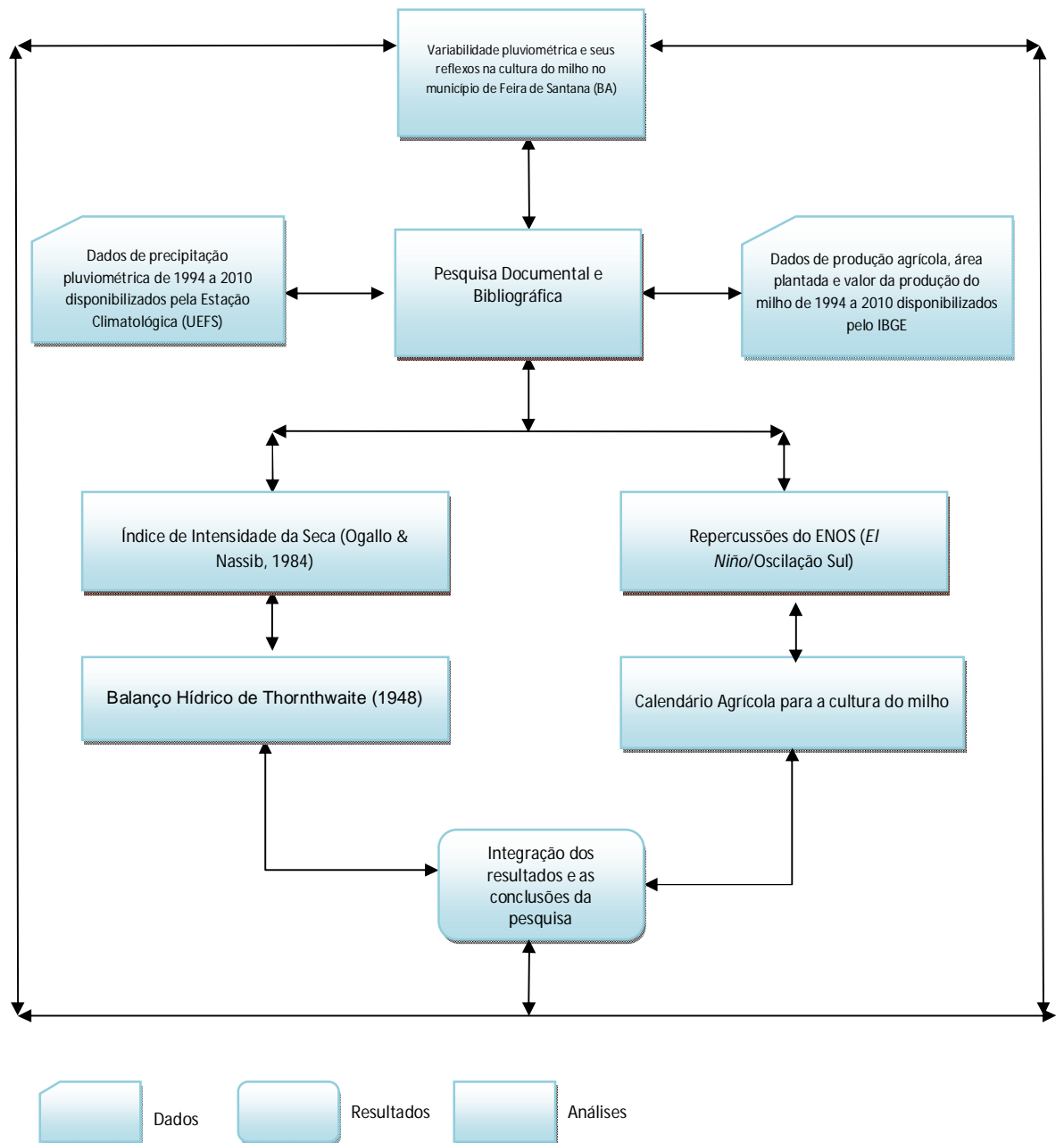
Nesta pesquisa, conforme proposto por Ogallo & Nassib (1984), os anos com valores de precipitação pluviométrica igual ou superior à média foram classificados como anos normais e chuvosos, apresentando-se três categorias:

1. $Z_{ij} \geq -1/5 \bar{X}_j/S_j < Z_{ij} \leq \bar{X}_j/S_j$	1. Seca não significativa
2. $Z_{ij} - 1/2\bar{X}_j/S_j \leq Z_{ij} < Z_{ij} < -1/5 \bar{X}_j/S_j$	2. Seca moderada
3. $Z_{ij} < -1/2\bar{X}_j/S_j$	3. Seca severa

Em termos percentuais, isto significa que:

1. Desvios < 20%: não há seca significativa;
2. Desvios entre 20 e 50%: seca moderada;
3. Desvios > 50%: seca severa.

3.4 ROTEIRO METODOLÓGICO



Fonte: DINIZ (2012)

4 REPERCUSSÕES CLIMÁTICAS NA CULTURA DO MILHO NO MUNICÍPIO DE FEIRA DE SANTANA (BAHIA)

O clima exerce uma grande importância na agricultura, pois as suas variações podem significar o sucesso ou fracasso dos produtos agrícolas. Segundo Ribeiro (1993) “o clima é um fator essencial no processo de organização espacial da sociedade, sobretudo na organização do espaço agrário, quando os atributos climáticos exercem um condicionante no processo produtivo. A agricultura é uma das atividades que merece atenção como uma das mais vulneráveis com relação à variabilidade pluviométrica como ditas por Tubelis (1988) na qual ressaltou que a agricultura é substancialmente afetada pelas condições atmosféricas, além disso, no campo da meteorologia, este autor destacou que a influência se faz sentir nas fases de plantio, crescimento, frutificação e colheita dos produtos agrícolas.

Desta forma, o conceito de variabilidade pluviométrica ganha destaque como citado por Ayoade (1983) como flutuações no clima dentro de um período menor do que 30-35 anos, e o período em estudo de 1994 a 2010 no município de Feira de Santana se refere há 17 anos para observar a variabilidade pluviométrica, além disso, este autor abordou que as condições climáticas exercem influência sobre todos os estágios da cadeia da produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimentos dos cultivos, colheita, armazenagem, transporte e comercialização. Já Nimer (1989) argumentou que a variabilidade climática pode ser compreendida pela irregularidade na distribuição das chuvas anuais ou pelas estações do ano.

O **Quadro 01** apresentou a variabilidade pluviométrica do município de Feira de Santana (Bahia) no período de 1994 a 2010. Os anos mais chuvosos foram 1994 (1038 mm), 1996 (886,5 mm), 1997 (924 mm), 1999 (884,2 mm), 2000 (873,6 mm), 2003 (881,9 mm), 2005 (786,5 mm), 2008 (787 mm) e 2010 (812,3 mm) obtiveram totais pluviométricos acima da média do período em estudo que foi de 777,0 mm. Esta variabilidade pluviométrica tem relação com a atuação de alguns sistemas de circulação atmosférica como os Sistemas Frontais que atingem baixas latitudes do hemisfério sul, como ditas por Cavalcanti et al. (2009) que a incursão de Sistemas Frontais (SFs) e seus remanescentes entre 5°S e

18°S que interagem com a convecção local. E o município de Feira de Santana possui as coordenadas de 12°00'00"-12°20'00" de latitude sul recebendo a influência dos Sistemas Frontais na precipitação pluviométrica.

Por outro lado, no **Quadro 01** os que anos obtiveram totais pluviométricos abaixo da média do período, que foi 777,0 mm, foram 1995 (594,2 mm), 1998 (592,6 mm), 2001 (619,6 mm), 2002 (648 mm), 2004 (755,6 mm), 2006 (760,1 mm), 2007 (648,5 mm) e 2009 (717,9 mm). Isto se justifica devido à estreita relação entre a ZCIT, pois esta permanece mais ao norte do equador e, portanto não alcançam o Nordeste, não atingindo o município de Feira de Santana. Segundo Gonçalves (1992) "a ZCIT normalmente não cruza o equador, não atingindo, portanto, o Nordeste Em anos chuvosos, desloca-se até 5°-6° sul, próximo a costa do Nordeste". Desta forma, o município de Feira de Santana devido a sua localização geográfica não é atingido pela ZCIT, e isto repercute em anos com poucas chuvas.

A **Figura 05** retratou os dados pluviométricos anuais de 1994 a 2010 no município de Feira de Santana, e foi possível observar, dentro desta série, uma grande disparidade na distribuição das chuvas como os anos de 1994 e 1998. O ano de 1994 se apresentou como o de maior índice pluviométrico da série temporal com 1038 mm, enquanto que o ano de 1998 com o menor índice pluviométrico, 592,6 mm, ou seja, uma diferença de 445,4 mm. Segundo Aouad (1983) através de estudos desenvolvidos pela SEPLANTEC comprovou o grau de participação da Frente Polar Atlântica (FPA) na produção de chuvas, correlacionando os índices pluviométricos com a atuação das correntes atmosféricas. Constatou a existência de estreita relação entre o número de passagens das frentes frias e as chuvas, durante todo o ano. Os meses secos estavam relacionados à freqüência dos alísios de sudeste. A estrutura pluvial em Feira de Santana é bastante irregular não só quanto à distribuição espacial da pluviosidade bem como a duração dos períodos secos e chuvosos.

Quadro 01: Dados Pluviométricos do município de Feira de Santana (1994 a 2010) disponibilizados pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana

Meses/ Anos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média
Janeiro	4,5	5,3	13,1	73,1	12,2	23,7	31	53,4	207,4	233,5	259,7	53,9	1,9	5,1	1,3	36,8	62,6	63,4
Fevereiro	63	0,8	21,2	84,9	5,6	47,3	54,1	2,2	46,4	70,7	95,1	127,5	1,3	267,2	152,7	119,3	10,8	68,8
Março	192,5	37,2	18,6	352,8	20	12,1	8,5	103,4	16,8	18	19,3	50,2	18,6	60,2	67,3	3,6	86,9	63,8
Abril	241	75,2	186	112,5	79,5	31,8	140	20,8	12,9	41,6	70,3	49,7	81,5	38,8	68,7	57,9	156,1	86,1
Maiο	110,1	113,4	35,7	79,3	94,6	113,3	100	40,9	100,7	73,4	46,2	76	79,3	12	38,6	164	41,7	77,6
Junho	80,9	53,9	128	56,5	126,2	53	96,6	86,3	77,3	57,6	87,5	131,2	192,8	92,5	98,4	65	81,8	92,0
Julho	138,3	49,4	79	62,8	93,9	50,1	46,9	54,2	64,9	129,4	30,6	78,9	47,2	59,6	84,3	50,6	169	75,8
Agosto	30,4	30,8	35,5	22	49,4	126,4	66,4	70,1	30,6	79,9	37,7	52,1	42,7	38,2	56,5	39,8	34,4	49,5
Setembro	32,3	22,3	53,9	1,8	21,1	47,8	71,4	64,7	54,4	61,6	6,8	7,2	118	33,2	24,8	6,8	43,9	39,5
Outubro	33,3	1,1	6,5	17,2	1,3	67,7	8,1	72,2	6,8	24,9	5,9	1,6	64,5	15,3	27,5	48,2	40,1	26,0
Novembro	79,9	149,6	223,8	20,8	44,1	155,1	131,6	1,7	8,7	87,4	93,9	141,9	74,4	7	84,1	44,3	4,6	79,5
Dezembro	31,8	55,2	85,2	40,3	44,7	155,9	119	49,7	21,1	3,9	2,6	16,3	37,9	19,4	82,8	81,6	80,4	54,5
Total	1038	594,2	886,5	924	592,6	884,2	873,6	619,6	648	881,9	755,6	786,5	760,1	648,5	787	717,9	812,3	777,0

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)

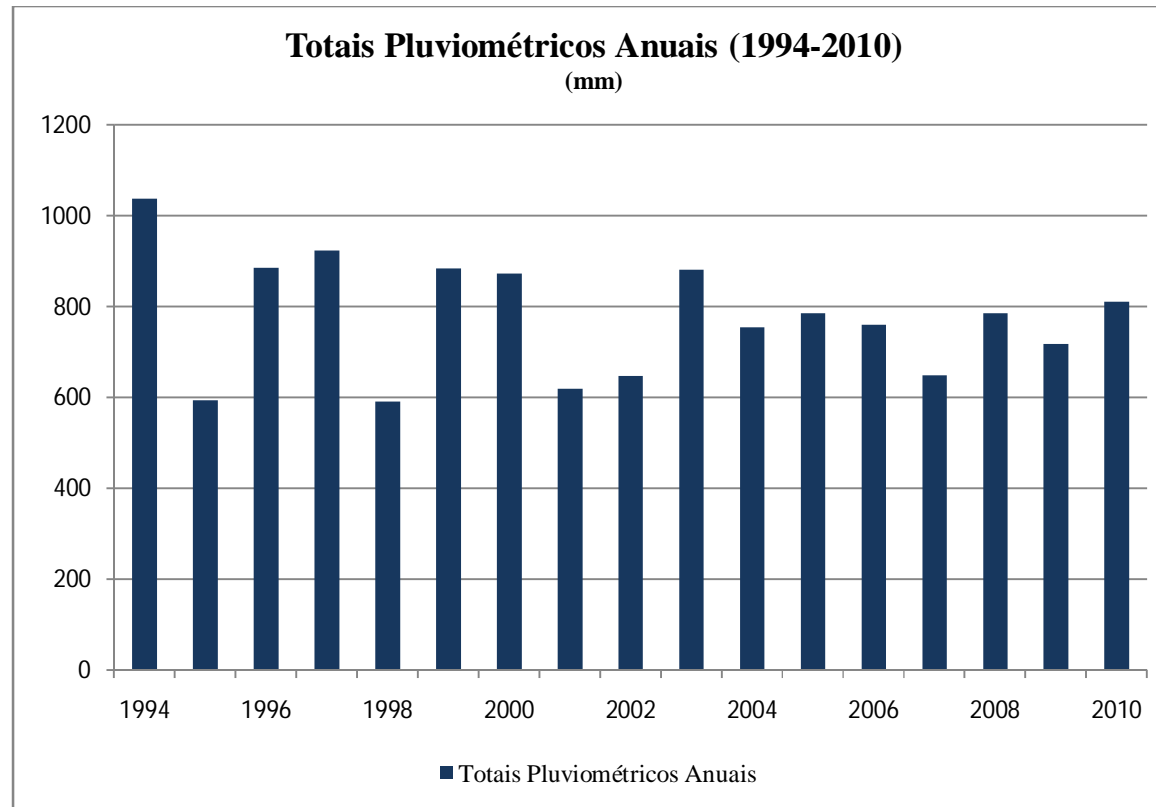


Figura 05: Dados pluviométricos anuais da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010)

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)

A **Figura 06** apresentou os dados pluviométricos mensais de 1994 a 2010 e foi percebido que o ano de 1995, só no mês de fevereiro obteve o total pluviométrico de 0,8 mm. Porém no mês de março de 1997 choveu 352,8 mm, ou seja, quando comparados os dois meses citados uma diferença de 352 mm. Essa diferença é capaz de desorganizar a agricultura de subsistência, na qual depende da precipitação pluviométrica para seu desenvolvimento. Como citadas por Fancelli & Lima (1982) “as deficiências hídricas podem afetar sensivelmente o processo germinativo, comprometendo o estabelecimento da cultura, deficiências posteriores podem paralisar o crescimento, bem como retardar o desenvolvimento reprodutivo das plantas”.

O **Quadro 02** e as **Figuras 07, 08, 09 e 10** retrataram a variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica no município em estudo, foi possível observar que as chuvas são maiores no inverno e outono, já na primavera e no verão as chuvas são mais reduzidas. Isto se justifica pelo sistema de circulação perturbada de leste que é mais freqüente no inverno e outono, enquanto que na primavera e verão são menos freqüentes. Por isso, mais seco na primavera e mais chuvoso no outono em Feira de Santana. Como já discutido, e de acordo com Nimer (1977) “as ondas de leste caminham de leste para oeste, e são característicos dos litorais da zona tropical adentrando ao continente, na qual são atingidos pelos alísios [...] as precipitações devidas a este fenômeno diminuem bruscamente para oeste, adentrando ao continente”.

Barbosa (2000) argumentou que o agreste baiano é sub-região do Nordeste na qual está inserida Feira de Santana, situada entre o litoral e o interior, sendo está uma zona de transição, ocasionalmente, beneficia-se das precipitações do litoral, podendo ocorrer os períodos chuvosos pela superposição dos sistemas atmosféricos atuantes. Além disso, é importante ressaltar Cavalcanti et al. (2009) que ressaltou que o escoamento médio e a brisa terra-mar ocasionam um máximo noturno ao longo da costa e um máximo diurno até 300 km distante da costa, e o município de Feira de Santana está localizado a 109 km do litoral.

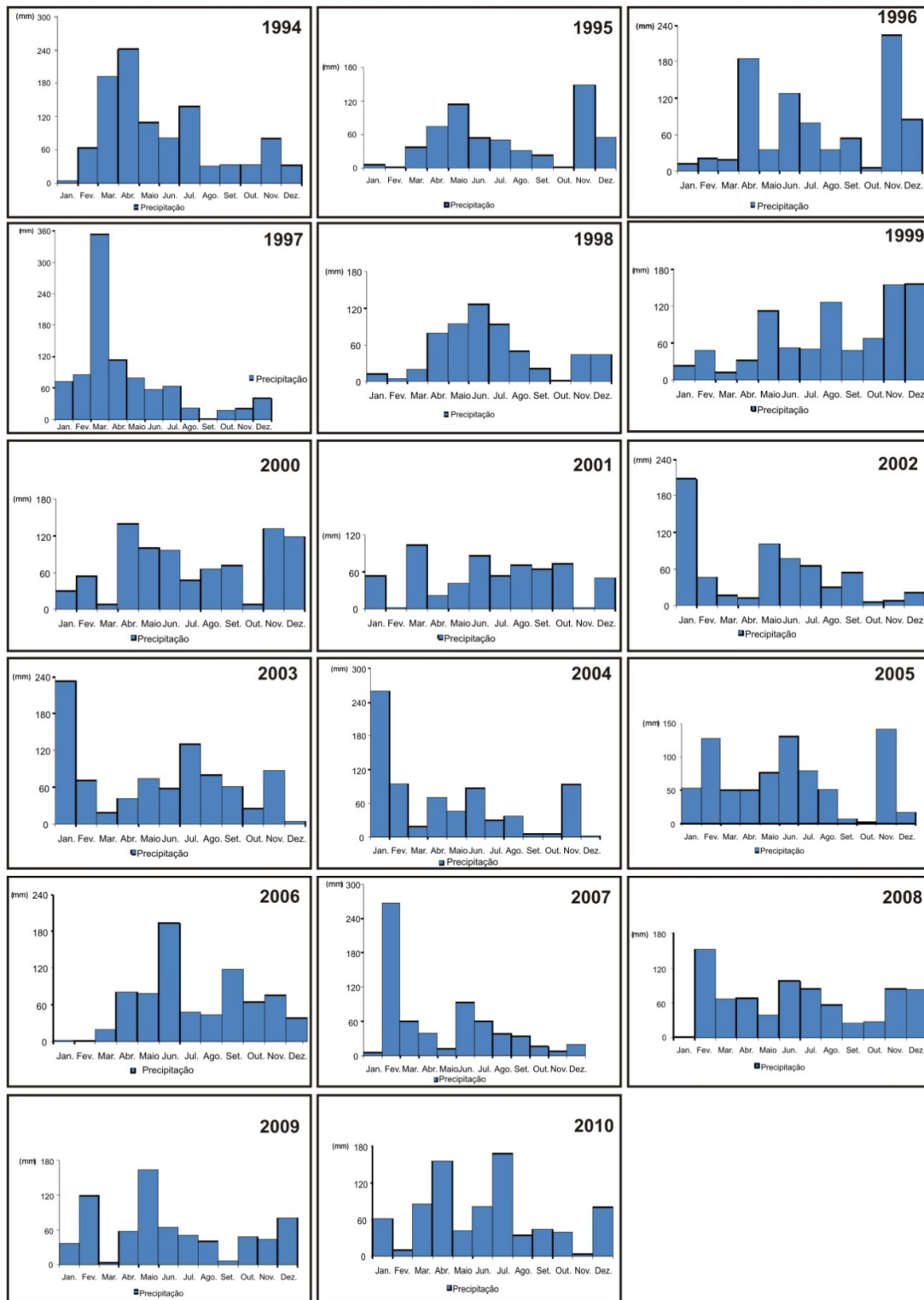
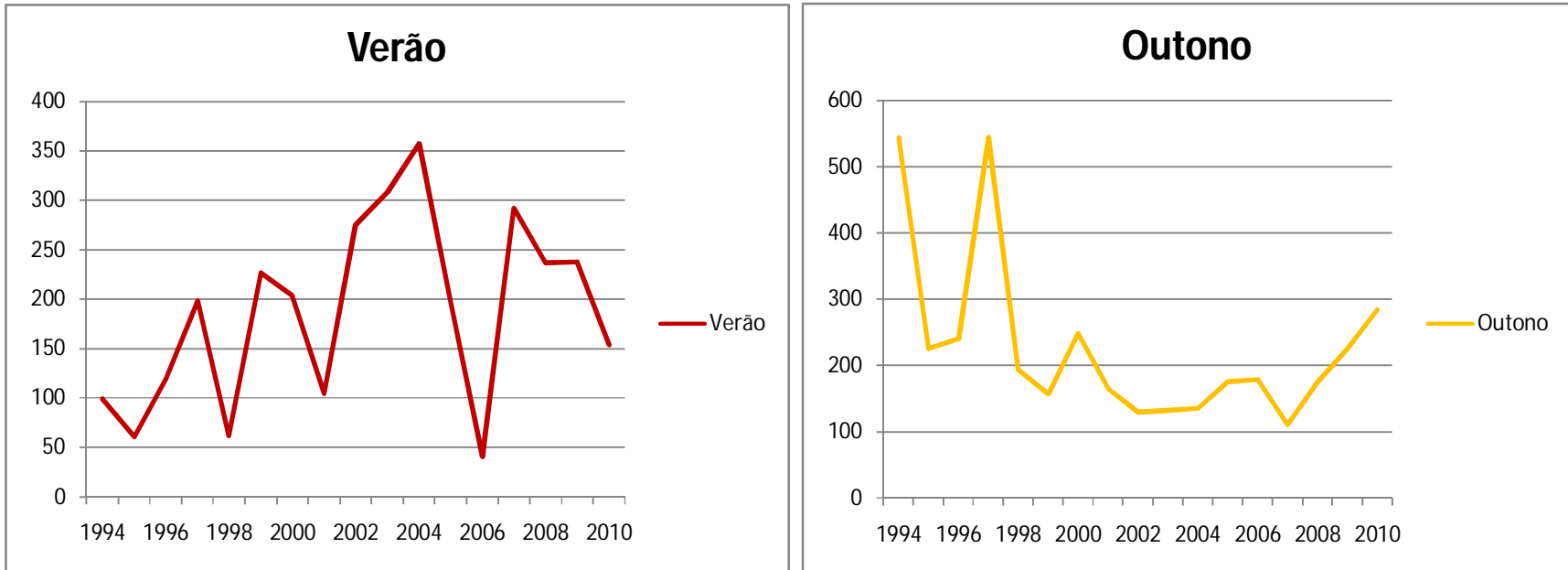


Figura 06: Dados pluviométricos mensais da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010)
 Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)
 Elaboração: Maina Pirajá Silva (2012)

Quadro 02: Distribuição Sazonal dos Dados Pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010)

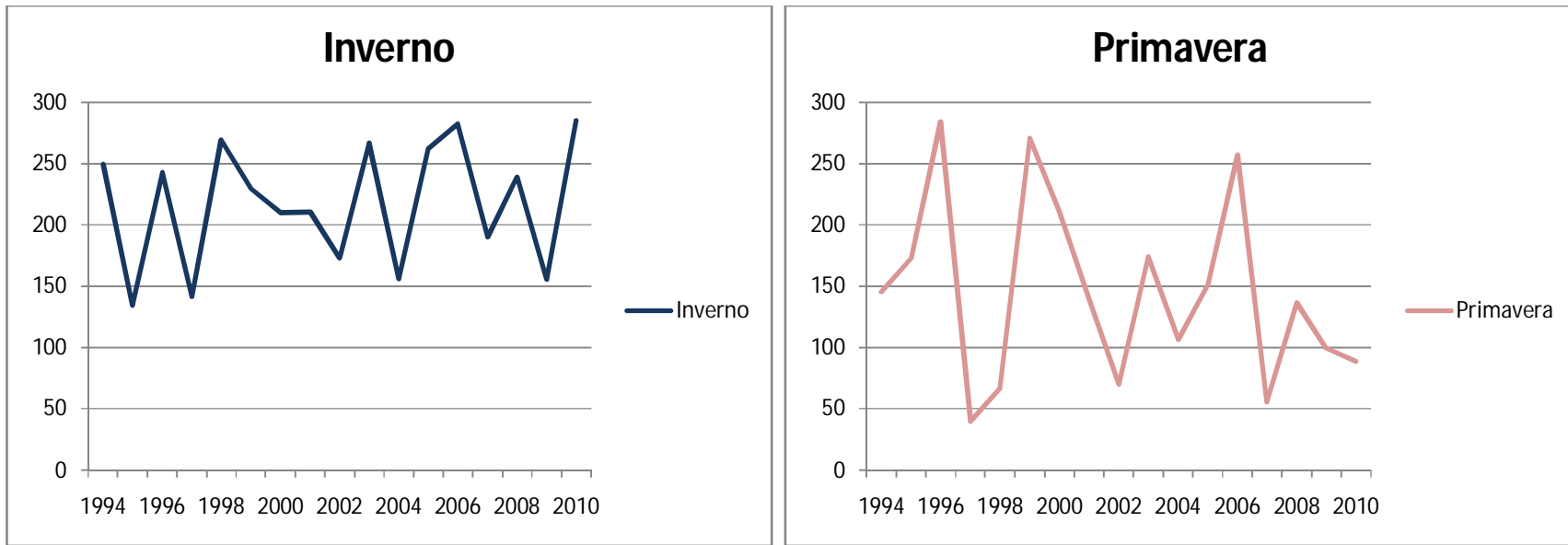
Estações do ano/anos	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Verão	99,3	61,3	119,5	198,3	62,5	226,9	204,1	105,3	274,9	308,1	357,4	197,7	41,1	291,7	236,8	237,7	153,8
Outono	543,6	225,8	240,3	544,6	194,1	157,2	248,5	165,1	130,4	133	135,8	175,9	179,4	111	174,6	225,5	284,7
Inverno	249,6	134,1	242,5	141,3	269,5	229,5	209,9	210,6	172,8	266,9	155,8	262,2	282,7	190,3	239,2	155,4	285,2
Primavera	145,5	173	284,2	39,8	66,5	270,6	211,1	138,6	69,9	173,9	106,6	150,7	256,9	55,5	136,4	99,3	88,6

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)



Figuras 07 e 08: Distribuição sazonal (verão e outono) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010)

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)



Figuras 09 e 10: Distribuição sazonal (inverno e primavera) dos dados pluviométricos da Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana (1994 a 2010)

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)

Diante do exposto, existem anos que aparecem bloqueios no escoamento atmosférico, devido às anomalias atmosférico-oceânicas de escala global – ENOS, fenômeno este que impedem o avanço das frentes frias e instalam-se as secas. De acordo com Jesus (1991) “os períodos de ocorrência do *El Niño* trazem desvios negativos da normal climatológica, a seca [...] o *El Niño* é um fenômeno complexo resultante das inter-relações oceano-atmosfera com múltiplas conseqüências ambientais às vezes catastróficas em várias regiões do planeta. Secas severas e inundações têm sido associadas ao evento [...] este fenômeno tem uma característica bem peculiar que é de está associado às longas estiagens ocorridas na região do semi-árido”.

Os anos de ocorrência do ENOS (*El Niño*) coincidem com os anos que obtiveram totais pluviométricos abaixo da média do período, como o ano de 1995 (moderado), 1998 (forte), 2002 (moderado), 2004 (fraco), 2006 (fraco), 2007 (fraco) e 2009 (fraco). Com exceção do ano de 2001, na qual não houve a ocorrência deste fenômeno (**Quadro 03**). Segundo Caviedes (1975) foi observado “uma forte coincidência entre anos de ocorrência do fenômeno oceanográfico *El Niño* e as secas no Nordeste”.

Quadro 03: Intensidade do fenômeno *El Niño* (ENOS/Oscilação Sul) no período entre 1994 a 2010

Anos	Intensidade do ENOS
1994	Moderado
1995	Moderado
1996	-
1997	Forte
1998	Forte
1999	-
2000	-
2001	-
2002	Moderado
2003	Moderado
2004	Fraco
2005	Fraco
2006	Fraco
2007	Fraco
2008	-
2009	Fraco
2010	Fraco

Fonte: Disponível em http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml. Acesso em 22 de maio de 2012.

No **Quadro 03** os anos de 1997 e 1998 tiveram a intensidade do *El Niño* considerada como forte. O ano de 1997 registrou o total pluviométrico elevado (924 mm), portanto, a chuva foi concentrada apenas no primeiro semestre (janeiro a junho), já no segundo semestre foi bastante seco (julho a dezembro). Só no mês de março do ano de 1997 foram registrados 352,8 mm de chuvas, ou seja, só neste mês choveu 38,2% do valor total. Souza (1999) comentou que “o evento *El Niño* que se iniciou em 1997, intensificando-se em 1998, contribuiu para a ocorrência da seca de 1998, e foi considerada a mais intensa do século XX, desencadeando grandes impactos negativos na agricultura”.

Segundo Aragão (2000) “o ano de 1998 apresentou-se como ano seco, com base em 67 estações meteorológicas”. Além disso, este autor comentou que “o ano de 1997 apresentou uma redução na quantidade de chuva entre 30 a 50%, o déficit hídrico foi intensificado em 1998 com grandes impactos na agricultura [...]”. As ideias de Aragão (2000) são esclarecedoras, quando ditas sobre a influência deste fenômeno nos anos de 1997 e 1998, dando um suporte teórico para as repercussões no município de Feira de Santana.

Dentre as repercussões do fenômeno ENOS fica bastante claro a sua relação com produtividade agrícola do milho (**Quadro 04 e Figura 11**), sendo possível realizar correlações importantes com a cultura do milho, uma vez que, foi percebida que houve uma redução na produção agrícola nos anos de 1995 (192 toneladas), 1998 (945 toneladas), 1999 (907 toneladas) e 2004 (63 toneladas); já na área plantada houve uma redução em 1994 (1.500 hectares), 1998 (3.150 hectares), 2001 (2.250 hectares) e 2004 (352 hectares). Diante do exposto, foi perceptível que os anos de 1998 e 2004 tiveram a produção agrícola e a área plantada reduzida, ou seja, baixa produtividade agrícola, e isto foram atreladas ao ENOS de intensidade forte e fraco respectivamente. Como já citado anteriormente a publicação da Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (1998) “o ano de 1998 as colheitas dos grãos foram marcadas por grandes prejuízos causados pelo *El Niño* [...] e o cultivo do milho é pouco tecnificado, devido ao fato da agricultura ser basicamente para subsistência e com utilização apenas de mão-de-obra própria”.

Quadro 04: Produção agrícola em toneladas e área plantada em hectares da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010)

Anos	Produção agrícola (toneladas)	Área plantada (hectares)
1994	1.080	1.500
1995	192	3.200
1996	4.608	6.400
1997	3.089	4.290
1998	945	3.150
1999	907	3.250
2000	2.400	4.000
2001	1.350	2.250
2002	3.750	5.000
2003	4.875	6.500
2004	63	352
2005	11.700	18.000
2006	12.131	17.840
2007	4.450	10.000
2008	2.160	12.000
2009	5.061	12.050
2010	4.872	14.500

Fonte: IBGE/SIDRA. Produção Agrícola Municipal (1990-2010).

Elaboração: Maina Pirajá Silva (2012)

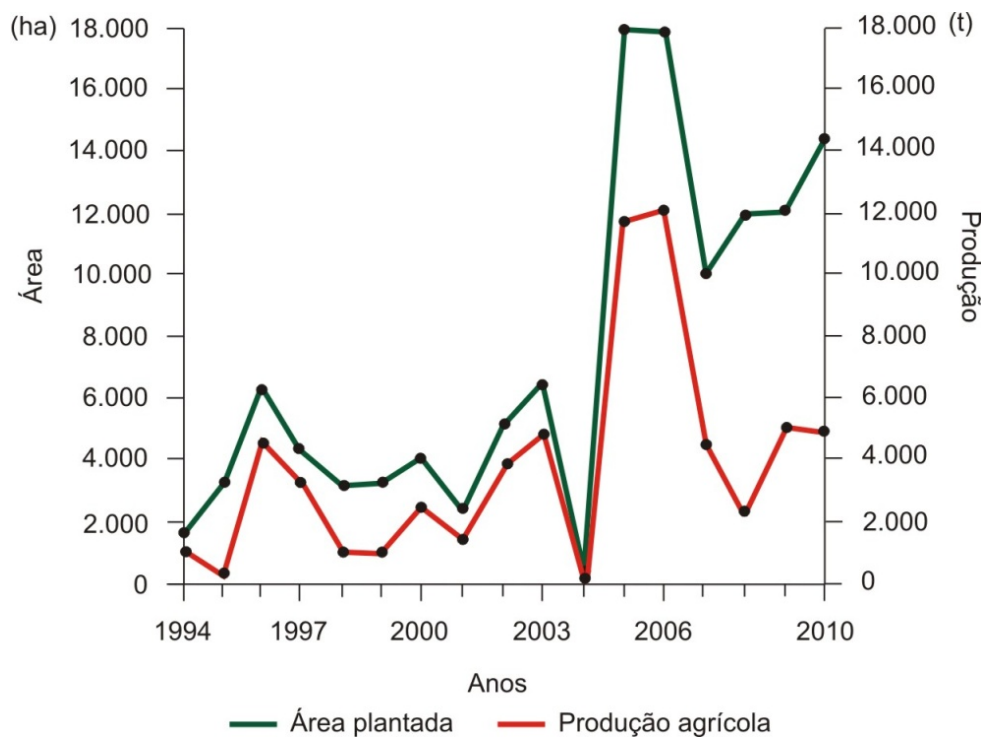


Figura 11: Produtividade agrícola (produção agrícola em toneladas por área plantada em hectares) da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010)

Fonte: IBGE/SIDRA. Produção Agrícola Municipal (1990-2010)

Elaboração: Maina Pirajá Silva (2012)

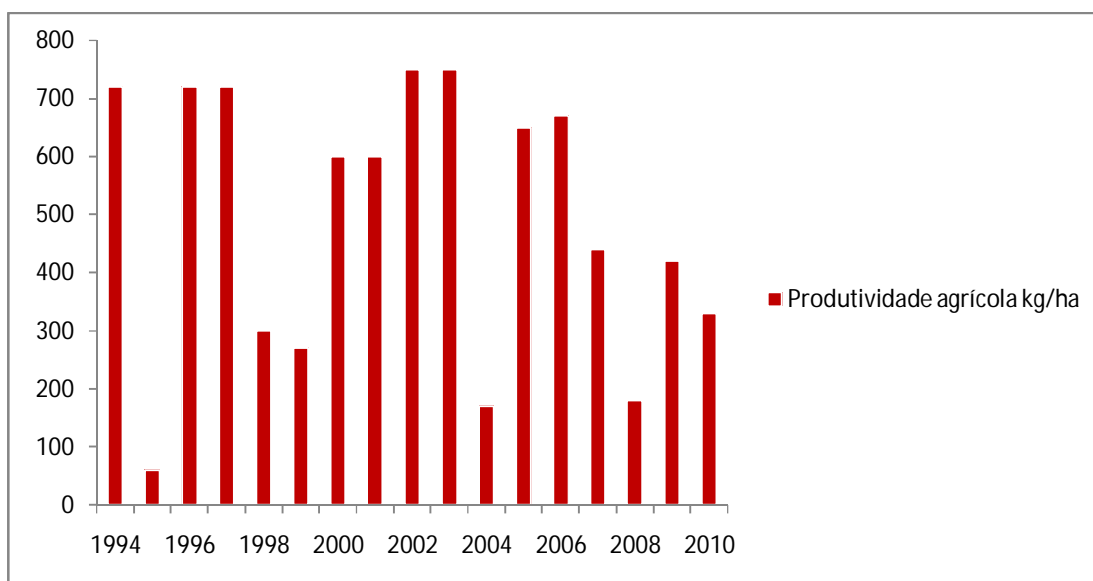


Figura 12: Produtividade agrícola do milho (em grãos) no município de Feira de Santana/BA - 1994 a 2010
 Fonte: IBGE (2012)
 Elaboração: DINIZ (2012)

Diante do exposto, foi percebida na **Figura 12** a elevada produtividade agrícola nos anos de 2002 e 2003, e baixa produtividade agrícola nos anos de 1995 e 2004. A Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (2002) argumentou que “em 2002 choveu até meados de fevereiro o suficiente para o bom desempenho da lavoura do milho”, no referido ano só os meses de janeiro e fevereiro foram responsáveis por 253,8 mm. Isto se justifica pela influência da corrente perturbada de leste que adentra o continente e caminham de leste para oeste e que são atingidos pelos alísios. E a baixa produtividade agrícola do milho também pode está relacionada com a ZCIT que não cruza o equador, não atingindo o município de Feira de Santana.

O **Quadro 05** apresentou à variação anual das chuvas no período de 1994 a 2010, retratando a precipitação pluviométrica máxima que foi registrada no ano de 1997 com 352,8 mm, e a precipitação pluviométrica mínima em 1995 como 0,8 mm de chuvas. O desvio interanual da pluviosidade foi marcado por desvios interanuais negativos, ou seja, abaixo do total anual da média dos anos (1994 a 2010) que é de 777,1 mm, que são os anos de 1995, 1998, 2001, 2002, 2004, 2006, 2007 e 2009. Os valores em porcentagem são: -23,5; -23,7; -20,3; -16,6; -2,8; -2,2; -16,5 e -7,6. Já os anos de 1994, 1996, 1997, 1999, 2000, 2003, 2005, 2008 e 2010 apresentaram valores positivos, ou seja, acima do total de 777,1

mm, com os respectivos valores em porcentagem: 33,6; 14,1; 18,9; 13,8; 12,4; 13,5; 1,2; 1,3 e 4,5.

É importante ressaltar que os anos de 2005 e 2008 apresentaram um desvio interanual de 1,2 e 1,3%, respectivamente, quase se aproximando do zero, ou seja, do total anual (777,1 mm), uma vez que sua média pluviométrica anual é de 786,5 e 787 mm. Com relação ao desvio padrão, este apresenta o menor valor em 1998, e o maior valor em 1994. O **Quadro 05** ainda apresenta a ordem de anos mais secos, os meses mais chuvosos e meses mais secos.

Quadro 05: Variação anual das chuvas (mm)

Anos	T_Anos	Máximo	Mínimo	Dsv_InterA	Desvio Padrão	Ordem de anos mais secos	Mês mais chuvoso	Mês mais seco
1994	1038	192,5	4,5	33,6	72,36	1998	III	I
1995	594,2	149,6	0,8	-23,5	45,45	1995	XI	II
1996	886,5	223,8	6,5	14,1	71,04	2001	XI	X
1997	924,0	352,8	1,8	18,9	92,83	2002	III	IX
1998	592,6	126,2	1,3	-23,7	40,63	2007	VI	X
1999	884,2	155,9	12,1	13,8	50,60	2009	XII	III
2000	873,6	140,0	8,1	12,4	45,27	2004	IV	X
2001	619,6	103,4	1,7	-20,3	31,38	2006	III	XI
2002	648,0	207,4	8,7	-16,6	56,74	2005	I	XI
2003	881,9	233,5	3,9	13,5	60,80	2008	I	XII
2004	755,6	259,7	2,6	-2,8	70,88	2010	I	XII
2005	786,5	141,9	1,6	1,2	47,66	2000	XI	X
2006	760,1	192,8	1,3	-2,2	53,44	2003	VI	II
2007	648,5	267,2	5,1	-16,5	71,97	1999	II	I
2008	787	152,7	1,3	1,3	40,14	1996	II	I
2009	717,9	164	3,6	-7,6	44,98	1997	V	III
2010	812,3	169	4,6	4,5	51,48	1994	VII	XI
Média	777,1	194,5	4,8	-	-	-	-	-

Legenda: **T_Anos:** Totais anuais (mm) e **DSV_InterA:** Desvio Interanual (%)

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)

O **Quadro 06** refere-se ao índice de intensidade de seca desenvolvido por Ogallo & Nassib (1984) como proposto na Metodologia da pesquisa para o município de estudo no período de 1994 a 2010 e observou-se que o desvio médio do município feirense é de 6,04. Por conseguinte, para não existir seca significativa o desvio deve ser inferior a 20% (-1,20); para seca moderada entre 20% a 50% (entre -1,20 a -3,02); e por último para ser seca severa superior a 50% (superior a -3,02) como já explicado na Metodologia.

Quadro 06: Índice de intensidade de seca de Ogallo & Nassib (1984) e seus reflexos econômicos no município de Feira de Santana (1994-2010)

Índice de Intensidade de Seca no município de Feira de Santana (1994-2010)			Totais Pluviométricos (mm)	Reflexos econômicos no município de Feira de Santana (1994 a 2010), com relação ao valor da produção da cultura do milho em grãos (mil reais)
1994	2,02	Seca não significativa	1038	105
1995	-1,42	Seca moderada	594,2	22
1996	0,85	Seca não significativa	886,5	590
1997	1,14	Seca não significativa	924	383
1998	-1,43	Seca moderada	592,6	117
1999	0,83	Seca não significativa	884,2	118
2000	0,75	Seca não significativa	873,6	312
2001	-1,22	Seca moderada	619,6	176
2002	-1,00	Seca não significativa	648	529
2003	0,81	Seca não significativa	881,9	795
2004	-0,16	Seca não significativa	755,6	11
2005	0,07	Seca não significativa	786,5	2.211
2006	-0,13	Seca não significativa	760,1	3.639
2007	-0,99	Seca não significativa	648,5	1.424
2008	0,07	Seca não significativa	787	475
2009	-0,46	Seca não significativa	717,9	1.518
2010	0,27	Seca não significativa	812,3	1.559

Média/desvio: 6,04. Desvios entre: 20%: -1,20; 50%: - 3,02

Fonte: Ogallo & Nassib (1984)/ IBGE (2010)

Segundo esta classificação de Ogallo & Nassib (1984), o município de Feira de Santana apresentou seca não significativa nos anos de 1994, 1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010. Nos anos de 1995, 1998 e 2001 apresentou secas moderadas e nenhum dos referidos anos apresentou secas severas (**Quadro 06**). Ao relacionar o índice de intensidade de seca com a ocorrência do ENOS (*El Niño*), pode-se observar que os anos de seca moderada coincidem com a ocorrência deste fenômeno oceanográfico de intensidade moderado em 1995 e de intensidade forte em 1998. O ano de 2001 apresentou seca moderada, mas o ENOS não ocorreu. Segundo Cavalcanti et al. (2009) “as condições secas em anos de ocorrência de *El Niño* são explicadas pela componente leste-oeste do ENOS, refletida em alteração de grande escala da circulação atmosférica associada a uma circulação de Walker deslocada para leste, com seu ramo ascendente sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico Equatorial Leste, e ramo descendente sobre o Atlântico”.

A **Figura 13** apresentou os reflexos econômicos no referido município no período em estudo com relação ao valor da produtividade da cultura do milho em grãos. Observou-se que os anos de 1994 (105 mil reais), 1995 (22 mil reais), 1998 (117 mil reais), 2001 (176 mil reais) e 2004 (11 mil reais) se apresentaram como anos com os valores mais baixos na produção do milho. De acordo com Carvalho (1992) a justificativa para as causas da baixa produtividade agrícola são: a) distribuição irregular das chuvas durante o ciclo de cultivo; b) baixa fertilidade dos solos; c) baixa capacidade produtiva das variedades utilizadas pelos produtores; d) uso de sementes de má qualidade, com baixo vigor e baixo poder germinativo; e) utilização das tecnologias inadequadas. Com relação ao uso das sementes pelos produtores, normalmente, são as mesmas utilizadas em plantio anteriores. As referidas sementes, devido ao sistema de armazenamento nas propriedades, apresentam baixo vigor e baixo poder germinativo. Já os anos de 2005 e 2006 tiveram os maiores valores na produção com 2.211 e 3.639 mil reais, acompanhando os maiores valores da produtividade agrícola.

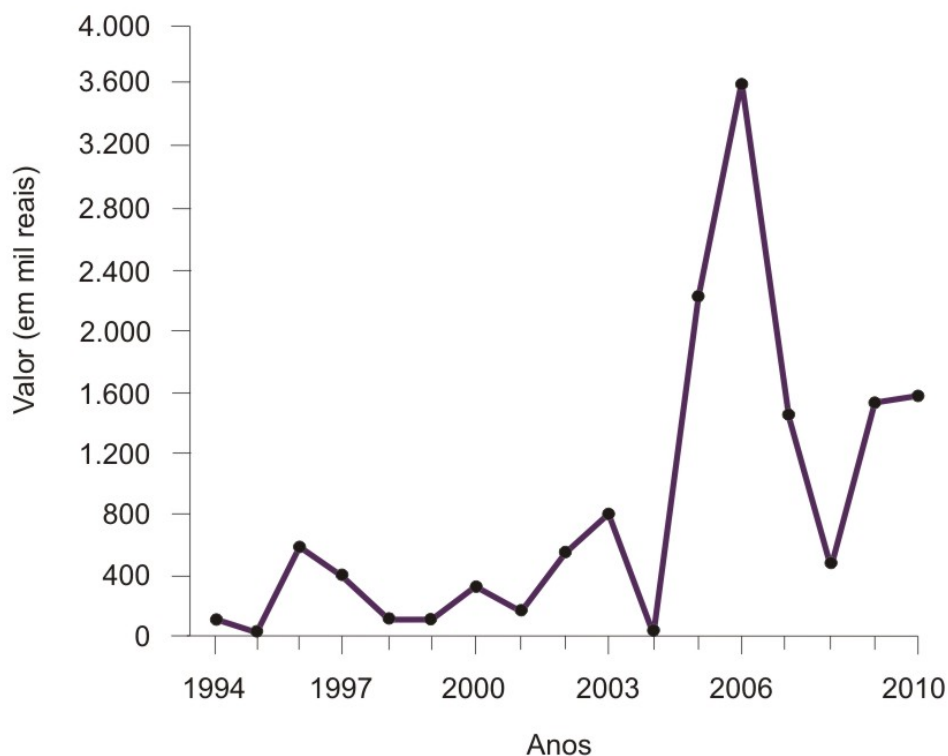


Figura 13: Valor da produção (mil reais) da cultura do milho no município de Feira de Santana (1994 a 2010) em grãos
 Fonte dos dados: IBGE/SIDRA. Produção Agrícola Municipal (1990-2010)
 Elaboração: Maina Pirajá Silva (2012)

Metodologicamente, para a construção do balanço hídrico recorreu-se aos fins comparativos, na qual foram utilizadas diferentes fontes de dados pluviométricos e de temperatura como disponibilizados pela Estação Climatológica da Universidade Estadual de Feira de Santana no período de 1994 a 2010, pela SEPLANTEC (1978) no documento síntese do Atlas Climatológico do Estado da Bahia no período de 1945 a 1970. Além disso, também foram utilizados os dados obtidos através da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) para uma série temporal de 1943 a 1983, além da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) para uma série temporal de 1936 a 1990. A justificativa para a utilização destas diferentes fontes na construção do balanço hídrico foi devido à tentativa de se uniformizar as séries temporais, uma vez que só os dados de chuvas e temperaturas da Estação Climatológica no período de 1994 a 2010 eram insuficientes, pois é necessário um período maior de dados para a construção do balanço hídrico e a Estação Climatológica foi construída em 1993. Desta forma, a utilização das diferentes fontes tem como objetivo obter informações satisfatórias sobre a distribuição das chuvas no município de Feira de Santana.

O balanço hídrico de Thornthwaite (1948) foi adotado nesta pesquisa, com a capacidade de água disponível no solo (CAD) de 125 mm, uma vez que, se levou em consideração o melhor desenvolvimento da cultura do milho. De acordo com os **Quadros 07, 08, 09 e 10** e as **Figuras 14, 15, 16 e 17** foi possível observar características em comum nas diferentes séries históricas citadas, como por exemplo, não houve nenhuma situação de excedente hídrico no período em estudo e os meses de junho e julho não apresentaram deficiência hídrica anual.

É válido ressaltar, as palavras esclarecedoras de Cavalcanti et al. (2009) quando ditas sobre os distúrbios de leste. Assim, para a área de estudo a precipitação mensal junho-julho foi justificada pela propagação de aglomerados de nuvens para oeste e pelos remanescentes de Sistemas Frontais (SFs) que se deslocam sobre o município, o que pode ser facilitado pela componente meridional do escoamento típico de inverno.

Segundo Maia (2003) “ausência de água na cultura do milho durante as fases de formação da espiga, reprodução e enchimentos dos grãos são reconhecidas como as causas determinantes das menores produtividades com a indicação dos parâmetros hídricos fornecidos pelo balanço hídrico”.

No município de Feira de Santana foi possível perceber o equilíbrio entre a precipitação e a evapotranspiração potencial e real, com destaque para o mês de abril identificado com o mês de maior evapotranspiração real. Por outro lado, o mês de janeiro apresenta o maior índice de evapotranspiração potencial. Segundo Schussler & Westgate (1991) a cultura do milho apresenta o período crítico, que vai da pré-floração ao início do enchimento de grãos. Nessa etapa fenológica, o milho é sensível ao déficit hídrico, podendo-se observar esta sensibilidade nos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos, e na elevada transpiração que ocorre nesse período, em razão do maior índice de área foliar. Os eventos de formação do zigoto e início do crescimento dos grãos são muito suscetíveis a estresses, sobretudo ao déficit hídrico.

O balanço hídrico se destacou entre os métodos de observação de água no solo e se baseia na quantificação das entradas e saídas de água no sistema solo-planta. Segundo Kaiser (1987), o estresse hídrico causa severa inibição da fotossíntese, tanto como consequência do fechamento dos estômatos, como em razão de efeitos diretos, em nível de cloroplastos. O fechamento dos estômatos contribui notavelmente para reduzir as perdas de água durante limitada disponibilidade e, ou, alta demanda evaporativa. No entanto, esse fechamento dos estômatos provoca limitação no ingresso de dióxido de carbono.

Quadro 07: Balanço Hídrico Climático (Thorntwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1994 a 2010

Município: Feira de Santana (Bahia)

Coordenadas geográficas: 12°16'00" de latitude sul e 38°58'00" de longitude oeste. Altitude: 258 m

Período: 1994 a 2010

CAD: 125 mm

Meses	T (°C)	ETt	Fator de correção	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP (mm)	ALT (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	27,1	4,7	32,7	153,7	63,4	-90,3	0,0	0,0	63,4	90,3	0,0
Fevereiro	27,1	4,7	29,1	136,8	68,8	-68,0	0,0	0,0	68,8	68,0	0,0
Março	26,8	4,6	31,5	144,9	63,8	-81,1	0,0	0,0	63,8	81,1	0,0
Abril	25,6	4,0	29,7	118,8	86,1	-32,7	0,0	0,0	86,1	32,7	0,0
Maiο	24,3	3,5	30,0	105,0	77,6	-27,4	0,0	0,0	77,6	27,4	0,0
Junho	22,9	2,9	28,5	82,6	92,0	9,4	9,4	9,4	82,6	0,0	0,0
Julho	22,7	2,7	29,7	80,2	75,8	-4,4	-4,4	5,0	80,2	0,0	0,0
Agosto	22,2	2,5	30,3	75,7	49,5	-26,2	-5,0	0,0	54,5	21,2	0,0
Setembro	23,6	3,1	30,0	93,0	39,5	-53,5	0,0	0,0	39,5	53,5	0,0
Outubro	25,1	3,8	31,8	120,8	26,0	-94,8	0,0	0,0	26,0	94,8	0,0
Novembro	26,2	4,3	31,8	136,7	79,5	-57,2	0,0	0,0	79,5	57,2	0,0
Dezembro	26,8	4,6	33,3	153,2	54,5	-98,7	0,0	0,0	54,5	98,7	0,0
Anos	-	-	-	1.401,4	776,5	-624,9	0,0	14,4	776,5	624,9	0,0

Fonte: Estação Climatológica/UEFS (2012)

Quadro 08: Balanço Hídrico Climático (Thorntwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1936 a 1990

Município: Feira de Santana (Bahia)

Coordenadas geográficas: 12°16'00" de latitude sul e 38°58'00" de longitude oeste. Altitude: 258 m

Período: 1936 a 1990

CAD: 125 mm

Meses	T (°C)	ETt	Fator de correção	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP (mm)	ALT (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	25,4	4,0	32,7	130,8	58,8	-72,0	0,0	0,0	58,8	72,0	0,0
Fevereiro	25,9	4,3	29,1	125,1	58,9	-66,2	0,0	0,0	58,9	66,2	0,0
Março	25,7	4,3	31,5	135,4	85,0	-50,4	0,0	0,0	85,0	50,4	0,0
Abril	24,5	3,5	29,7	103,9	92,0	-11,9	0,0	0,0	92,0	11,9	0,0
Maiο	22,8	3,0	30,0	90,0	101,7	11,7	11,7	11,7	90,0	0,0	0,0
Junho	20,7	2,3	28,5	65,5	88,3	22,8	22,8	34,5	65,5	0,0	0,0
Julho	20,7	2,3	29,7	68,3	88,9	20,6	20,6	55,1	68,3	0,0	0,0
Agosto	22,3	2,8	30,3	84,8	54,2	-30,6	-30,6	24,5	84,8	0,0	0,0
Setembro	22,3	2,8	30,0	84,0	41,3	-42,7	-24,5	0,0	65,8	18,2	0,0
Outubro	23,9	3,3	31,8	104,9	39,1	-65,8	0,0	0,0	39,1	65,8	0,0
Novembro	25,0	3,8	31,8	120,8	86,5	-34,3	0,0	0,0	86,5	34,3	0,0
Dezembro	25,0	3,8	33,3	126,5	75,0	-51,5	0,0	0,0	75,0	51,5	0,0
Anos	-	-	-	1.240	869,7	-370,3	0,0	125,8	869,7	370,3	0,0
Médias	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SUDENE (2012)

Quadro 09: Balanço Hídrico Climático (Thorntwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1943 a 1983

Município: Feira de Santana (Bahia)

Coordenadas geográficas: 12°16'00" de latitude sul e 38°58'00" de longitude oeste. Altitude: 258 m

Período: 1943 a 1983

CAD: 125 mm

Meses	T (°C)	ETt	Fator de correção	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP (mm)	ALT (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	26,0	4,3	32,7	140,6	60,4	-80,2	0,0	0,0	60,4	80,2	0,0
Fevereiro	25,8	4,3	29,1	125,1	63,6	-61,5	0,0	0,0	63,6	61,5	0,0
Março	25,8	4,3	31,5	135,4	86,3	-49,1	0,0	0,0	86,3	49,1	0,0
Abril	24,7	3,8	29,7	112,7	90,0	-21,8	0,0	0,0	90,9	21,8	0,0
Maiο	23,4	3,2	30,0	96,0	100,5	4,5	4,5	4,5	96,0	0,0	0,0
Junho	21,9	2,6	28,5	74,1	83,1	9,0	9,0	13,5	74,1	0,0	0,0
Julho	21,1	2,3	29,7	68,3	76,6	8,3	8,3	21,8	68,3	0,0	0,0
Agosto	21,5	2,4	30,3	72,7	50,5	-22,2	-21,8	0,0	72,3	0,4	0,0
Setembro	22,5	2,8	30,0	84,0	40,7	-43,3	0,0	0,0	40,7	43,3	0,0
Outubro	24,1	3,3	31,8	104,9	37,0	-67,9	0,0	0,0	37,0	67,9	0,0
Novembro	25,2	3,8	31,8	120,8	88,9	-31,9	0,0	0,0	88,9	31,9	0,0
Dezembro	25,5	4,0	33,3	133,2	69,6	-63,6	0,0	0,0	69,6	63,6	0,0
Anos	-	-	-	1.267,8	848,1	-419,7	0,0	39,8	848,1	419,7	0,0
Médias	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: SEI (1999)

Quadro 10: Balanço Hídrico Climático (Thorntwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1945 a 1970

Município: Feira de Santana (Bahia)

Coordenadas geográficas: 12°16'00" de latitude sul e 38°58'00" de longitude oeste. Altitude: 258 m

Período: 1945 a 1970

CAD: 125 mm

Meses	T (°C)	ETt	Fator de correção	ETP (mm)	P (mm)	P-ETP (mm)	ALT (mm)	ARM (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Janeiro	25,5	4,0	32,7	130,8	59,0	-71,8	0,0	0,0	59,0	71,8	0,0
Fevereiro	25,5	4,0	29,1	116,4	48,0	-68,4	0,0	0,0	48,0	68,4	0,0
Março	25,2	3,8	31,5	119,7	93,0	-26,7	0,0	0,0	93,0	26,7	0,0
Abril	24,7	3,5	29,7	103,9	99,0	-4,9	0,0	0,0	99,0	4,9	0,0
Maiο	23,4	3,2	30,0	96,0	114,0	18,0	18,0	18,0	96,0	0,0	0,0
Junho	22,3	2,8	28,5	79,8	93,0	13,2	13,2	31,2	79,8	0,0	0,0
Julho	22,0	2,6	29,7	77,2	91,0	13,8	13,8	4,5	77,2	0,0	0,0
Agosto	21,7	2,4	30,3	72,7	63,0	-9,7	-9,7	35,3	72,7	0,0	0,0
Setembro	22,8	3,0	30,0	90,0	36,0	-54,0	-35,3	0,0	71,3	18,7	0,0
Outubro	24,3	3,5	31,8	111,3	29,0	-82,3	0,0	0,0	29,0	82,3	0,0
Novembro	24,5	3,5	31,8	111,3	108,0	-3,3	0,0	0,0	108,0	3,3	0,0
Dezembro	24,9	3,8	33,3	126,5	76,0	-50,5	0,0	0,0	76,0	50,5	0,0
Anos	-	-	-	1.235,6	909,0	-326,6	0,0	89,0	909,0	326,6	0,0
Médias	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Atlas Climatológico do Estado da Bahia (1976)

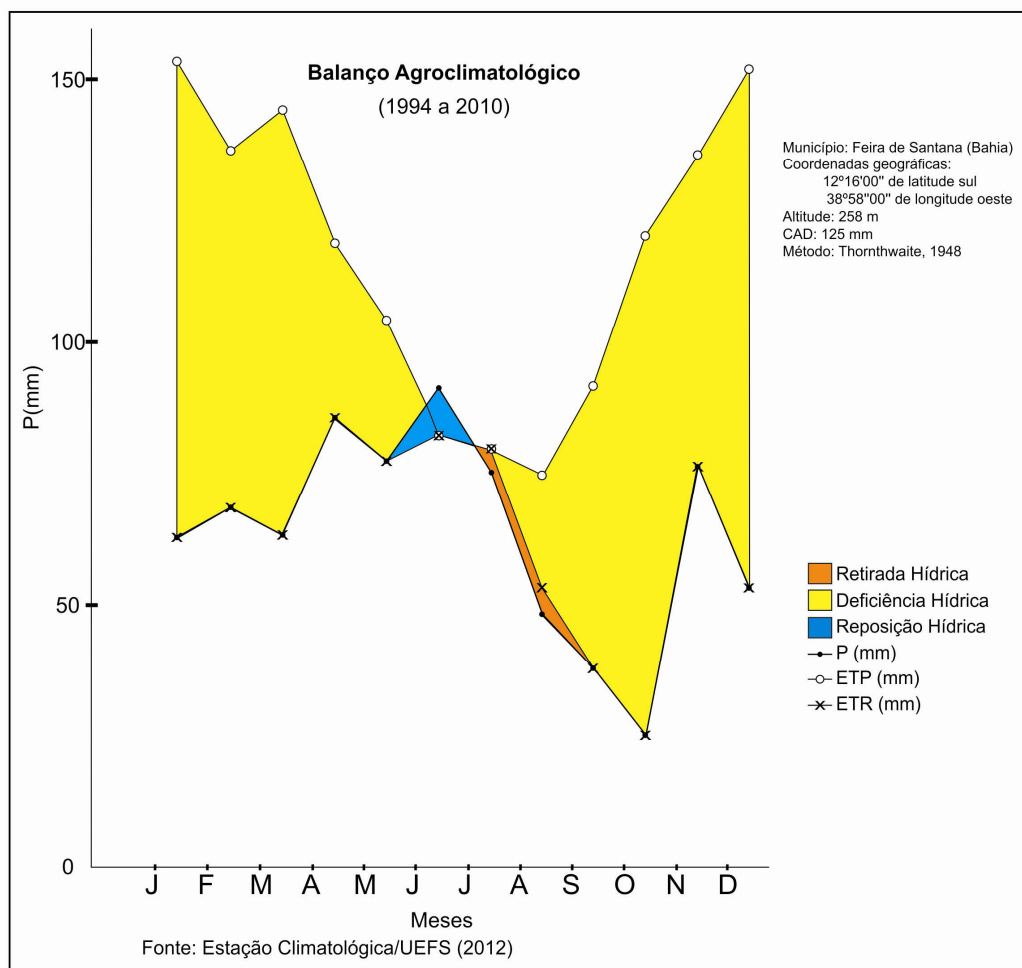


Figura 14: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1994 a 2010
 Fonte: Estação Climatológica (2012)

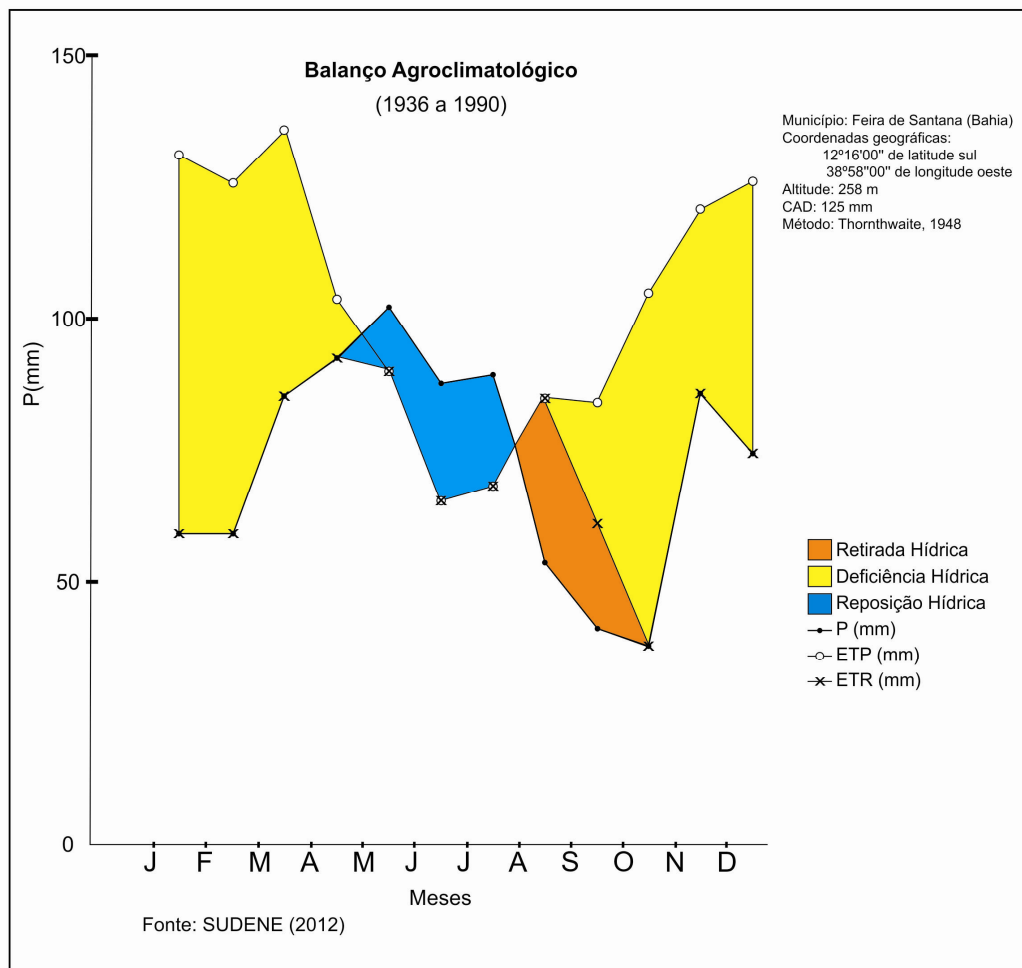


Figura 15: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1936 a 1990
 Fonte: SUDENE (2012)

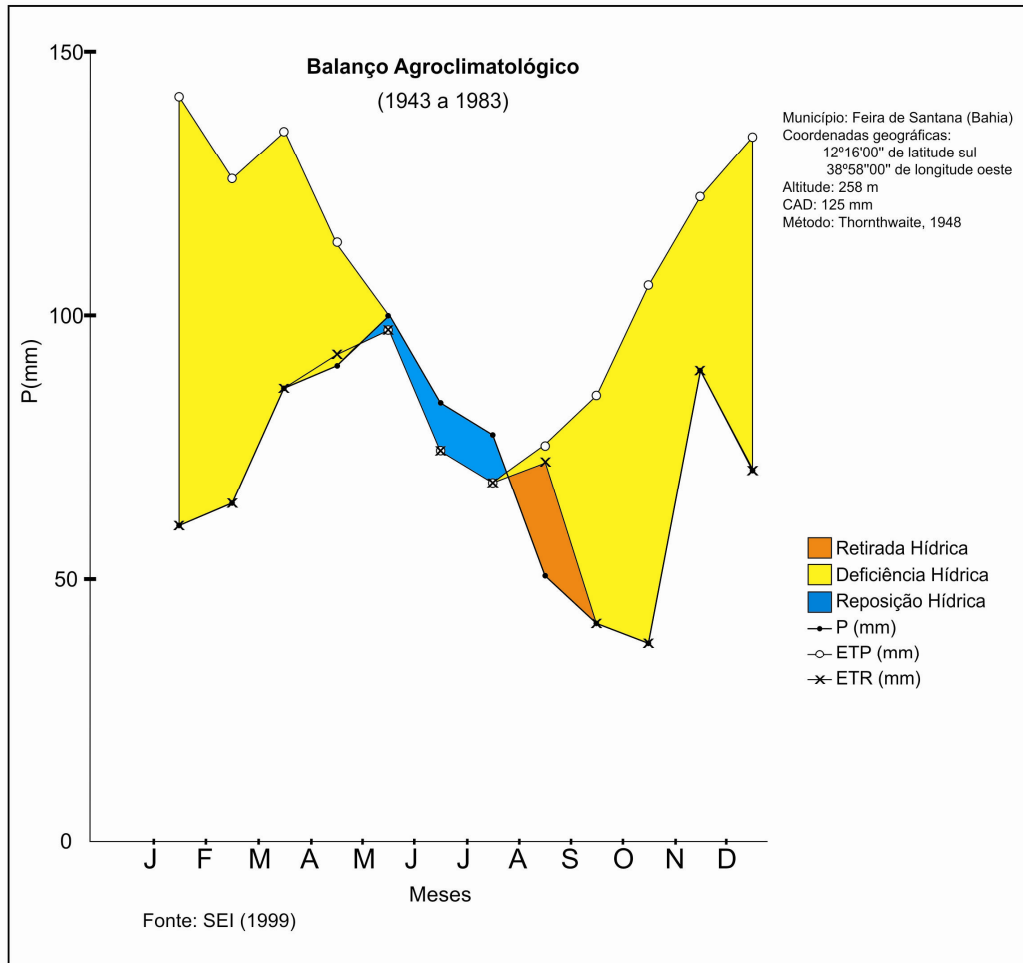


Figura 16: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1943 a 1983
 Fonte: SEI (1999)

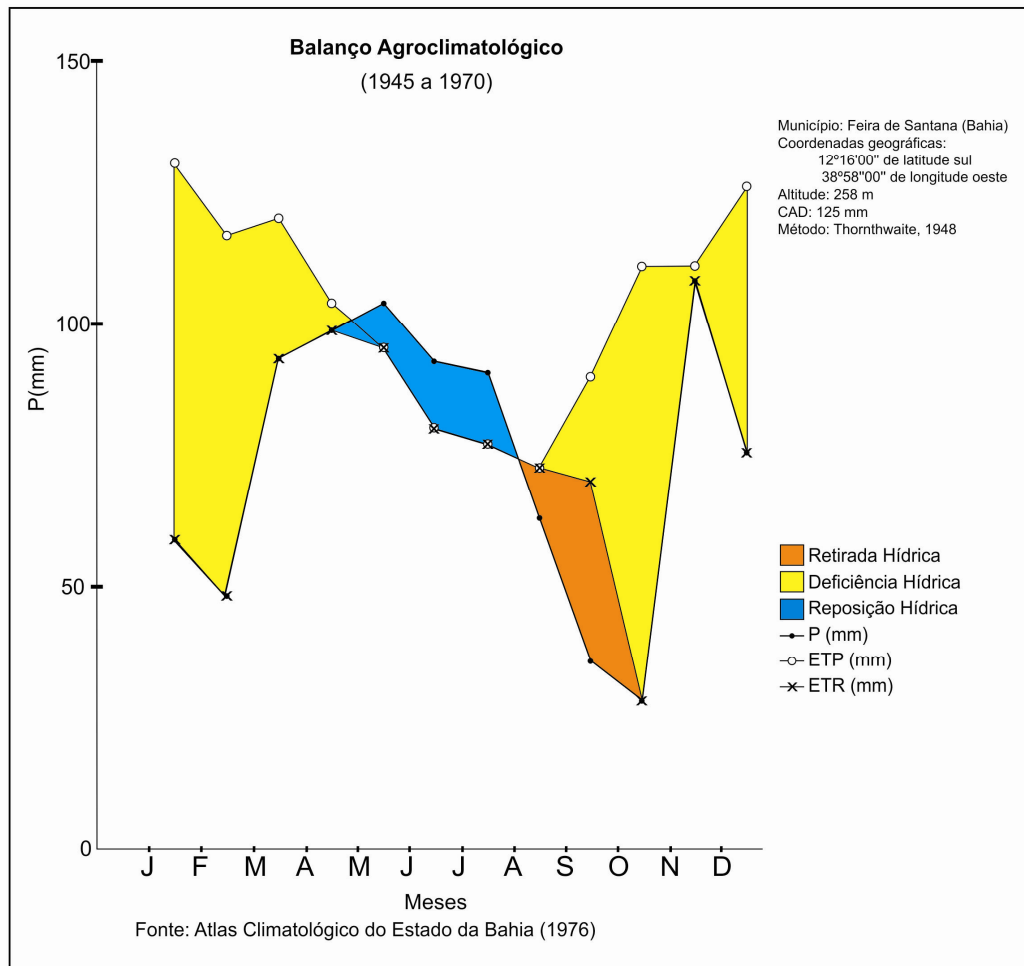


Figura 17: Balanço Hídrico Climático (Thornthwaite, 1948) no município de Feira de Santana (Bahia) no período entre 1945 a 1970
 Fonte: Atlas Climatológico do Estado da Bahia (1976)

O calendário agrícola, **Figura 18**, permite fornecer aos produtores agrícolas uma ferramenta para acompanhar ou prever os diferentes estágios fonológicos das diversas culturas, nesse caso específico a cultura do milho. Considerando as distribuições das precipitações pluviométricas durante os anos analisados foi possível elaborar o calendário agrícola, levando em consideração as fases de crescimento do cultivo (preparo do solo, plantio, trato cultural e colheita) que foram disponibilizadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012).

Com relação ao calendário agrícola do milho (**Figura 18**) o preparo do solo se concentra nos meses de março a junho; o plantio nos meses de abril a junho; o trato cultural de maio a agosto e; a colheita de junho a setembro. 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.

Desta forma, foi possível observar que as atividades agrícolas iniciam no outono-inverno confirmando o que foi dito por Gonçalves (1992) “que devido aos Sistemas Frontais a concentração das chuvas ocorre no outono-inverno”. Com isso, os agricultores iniciam suas atividades em março, devido às chuvas de outono-inverno. Além disso, é importante ressaltar que no balanço hídrico os meses de junho e junho como dito anteriormente, apresentam maior armazenamento hídrico no solo, e só no mês de junho todas as etapas do calendário agrícola (preparo do solo, plantio, trato cultural e colheita) acontecem.

Outra questão importante sobre calendário agrícola é devido antecipação para março e abril do preparo e plantio do solo, arriscando na ocorrência de chuva para o desenvolvimento da lavoura, devido à comercialização nas festas juninas. Com isso, os agricultores arriscam suas sementes para comercializar o milho nas festas juninas, arriscando em perder sua safra, devido à falta de chuva.

Diante das informações do balanço hídrico e do calendário agrícola sugere-se que o trato cultural seja iniciado em abril, e o plantio em maio, este mês se apresentou como o mais chuvoso diante das informações do balanço

hídrico em diferentes séries temporais analisadas, devido à presença dos SFs e das correntes perturbadas de leste. Morfologicamente o milho é a planta apresenta ciclo variável entre 110 a 180 dias, compreendendo as seguintes etapas:

- a. Germinação ou estabelecimento: período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, em função do solo pode oscilar entre 15 a 25 dias de duração;
- b. Período vegetativo: período compreendido desde a emissão da segunda folha até o início do florescimento compreende 25 a 40 dias;
- c. Florescimento: período compreendido entre o início da polinização e o início da frutificação, cuja duração é entre 15 a 20 dias;
- d. Frutificação: período compreendido entre o início do enchimento dos grãos até o início da maturação compreende 35-45 dias;
- e. Maturação: período compreendido entre a maturação fisiológica e o momento de colheita compreende 10-15 dias.

Assim, com o cultivo agrícola do milho iniciando em abril (preparo do solo), no mês do plantio (maio), será o mês ideal para a germinação, uma vez que é o mês mais chuvoso, sendo a germinação o período compreendido desde a semeadura até o efetivo aparecimento da plântula, em função do solo pode oscilar entre 15 a 25 dias de duração. Além disso, os meses de junho e julho apresentam maior armazenamento de água no solo, garantindo o desenvolvimento da lavoura do milho.

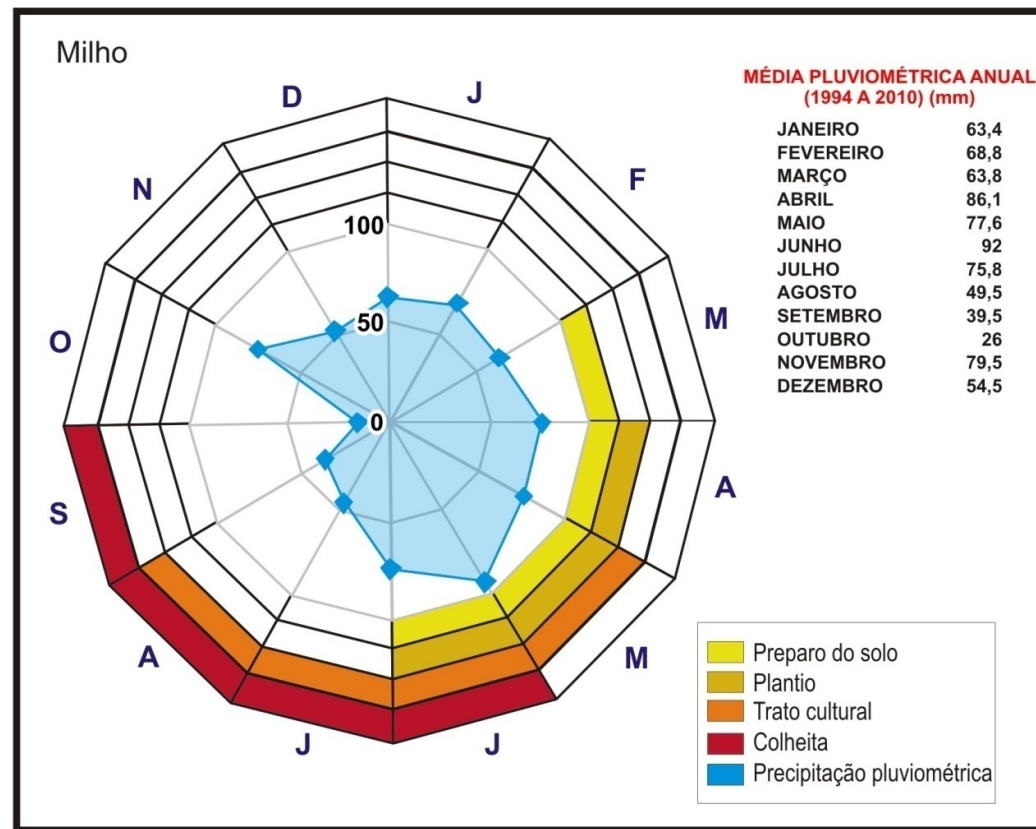


Figura 18: Calendário agrícola para a cultura do milho no município de Feira de Santana (BA) no período entre 1994 a 2010
 Fonte: CONAB (2012)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vias de conclusão, é importante ressaltar que os objetivos propostos desta pesquisa foram alcançados. O objetivo geral que foi estudar a relação entre a variabilidade das chuvas no município de Feira de Santana, no período entre 1994 e 2010, e seus reflexos na cultura do milho, identificando as correlações entre comportamento das chuvas e a produtividade agrícola, sendo este alcançado, uma vez que, foi possível realizar correlações entre variabilidade pluviométrica e a atuação de alguns sistemas de circulação atmosférica como os Sistemas Frontais, influência da corrente perturbada de leste e o fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS), ficando bastante claro a sua interferência na produtividade agrícola do milho.

A hipótese levantada para este trabalho foi se no município de Feira Santana a variabilidade das chuvas no período entre 1994 e 2010 define a produtividade do milho. Desta forma, é importante citar que a variabilidade das chuvas, devido à atuação dos sistemas de circulação atmosférica define a produtividade agrícola, como a citar alguns resultados encontrados:

- ✓ Dentre da série histórica compreendida entre 1994 a 2010 os anos mais chuvosos foram 1994 (1038 mm), 1996 (886,5 mm), 1997 (924 mm), 1999 (884,2 mm), 2000 (873,6 mm), 2003 (881,9 mm), 2005 (786,5 mm), 2008 (787 mm) e 2010 (812,3 mm) obtiveram totais pluviométricos acima da média do período em estudo que foi de 777,0 mm. Esta variabilidade pluviométrica tem relação com a atuação de alguns sistemas de circulação atmosférica como os Sistemas Frontais que atingem baixas latitudes do hemisfério sul, como ditas por Cavalcanti et al. (2009) que a incursão de Sistemas Frontais (SFs) e seus remanescentes entre 5°S e 18°S que interagem com a convecção local. E o município de Feira de Santana possui as coordenadas de 12°00'00"-12°20'00" de latitude sul recebendo a influência dos Sistemas Frontais na precipitação pluviométrica.
- ✓ Os anos que obtiveram totais pluviométricos abaixo da média do período, que foi 777,0 mm, foram 1995 (594,2 mm), 1998 (592,6 mm), 2001 (619,6 mm), 2002 (648 mm), 2004 (755,6 mm), 2006 (760,1 mm), 2007 (648,5 mm)

e 2009 (717,9 mm). Isto se justifica devido à estreita relação entre a ZCIT, pois esta permanece mais ao norte do equador e, portanto não alcançam o Nordeste, não atingindo o município de Feira de Santana. Segundo Gonçalves (1992) “a ZCIT normalmente não cruza o equador, não atingindo, portanto, o Nordeste Em anos chuvosos, desloca-se até 5^o-6^o sul, próximo a costa do Nordeste”. Desta forma, o município de Feira de Santana devido a sua localização geográfica não é atingido pela ZCIT, e isto repercute em anos com poucas chuvas.

- ✓ A estrutura pluvial em Feira de Santana é bastante irregular não só quanto à distribuição espacial da pluviosidade bem como a duração dos períodos secos e chuvosos e segundo Aouad (1983) através de estudos desenvolvidos pela SEPLANTEC comprovou o grau de participação da Frente Polar Atlântica (FPA) na produção de chuvas, correlacionando os índices pluviométricos com a atuação das correntes atmosféricas. Constatou a existência de estreita relação entre o número de passagens das frentes frias e as chuvas, durante todo o ano. Os meses secos estavam relacionados à freqüência dos alísios de sudeste.
- ✓ Quanto à variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica no município em estudo, foi possível observar que as chuvas são maiores no inverno e outono, já na primavera e no verão as chuvas são mais reduzidas. Isto se justifica pelo sistema de circulação perturbada de leste que é mais freqüente no inverno e outono, enquanto que na primavera e verão são menos freqüentes. Por isso, mais seco na primavera e mais chuvoso no outono em Feira de Santana.
- ✓ Diante do exposto, existem anos que aparecem bloqueios no escoamento atmosférico, devido às anomalias atmosférico-oceânicas de escala global – ENOS, fenômeno este que impedem o avanço das frentes frias e instalam-se as secas. Os anos de ocorrência do ENOS (*El Niño*) coincidem com os anos que obtiveram totais pluviométricos abaixo da média do período, como o ano de 1995 (moderado), 1998 (forte), 2002 (moderado), 2004 (fraco), 2006 (fraco), 2007 (fraco) e 2009 (fraco). Com exceção do ano de 2001, na

qual não houve a ocorrência deste fenômeno. Segundo Caviedes (1975) foi observado “uma forte coincidência entre anos de ocorrência do fenômeno oceanográfico *El Niño* e as secas no Nordeste”.

- ✓ Souza (1999) comentou que “o evento *El Niño* que se iniciou em 1997, intensificando-se em 1998, contribuiu para a ocorrência da seca de 1998, e foi considerada a mais intensa do século XX, desencadeando grandes impactos negativos na agricultura”.
- ✓ Dentre as repercussões do fenômeno ENOS fica bastante claro a sua relação com produtividade agrícola do milho, sendo possível realizar correlações importantes com a cultura do milho, uma vez que, foi percebida que houve uma redução na produção agrícola nos anos de 1995 (192 toneladas), 1998 (945 toneladas), 1999 (907 toneladas) e 2004 (63 toneladas); já na área plantada houve uma redução em 1994 (1.500 hectares), 1998 (3.150 hectares), 2001 (2.250 hectares) e 2004 (352 hectares). Diante do exposto, foi perceptível que os anos de 1998 e 2004 tiveram a produção agrícola e a área plantada reduzida, ou seja, baixa produtividade agrícola, e isto foram atreladas ao ENOS de intensidade forte e fraco respectivamente.
- ✓ Diante do exposto, foi percebida a elevada produtividade agrícola nos anos de 2002 e 2003, e baixa produtividade agrícola nos anos de 1995 e 2004. Quanto à elevada produtividade agrícola se justifica pela influência da corrente perturbada de leste que adentra o continente e caminham de leste para oeste e que são atingidos pelos alísios. E a baixa produtividade agrícola do milho também pode está relacionada com a ZCIT que não cruza o equador, não atingindo o município de Feira de Santana.
- ✓ Segundo a classificação de Ogallo & Nassib (1984), o município de Feira de Santana apresentou seca não significativa nos anos de 1994, 1996, 1997, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010. Nos anos de 1995, 1998 e 2001 apresentou secas moderadas e nenhum dos referidos anos apresentou secas severas.

- ✓ Apresentou os reflexos econômicos no referido município no período em estudo com relação ao valor da produtividade da cultura do milho em grãos. Observou-se que os anos de 1994 (105 mil reais), 1995 (22 mil reais), 1998 (117 mil reais), 2001 (176 mil reais) e 2004 (11 mil reais) se apresentaram como anos com os valores mais baixos na produção do milho. De acordo com Carvalho (1992) a justificativa para as causas da baixa produtividade agrícola são: a) distribuição irregular das chuvas durante o ciclo de cultivo; b) baixa fertilidade dos solos; c) baixa capacidade produtiva das variedades utilizadas pelos produtores; d) uso de sementes de má qualidade, com baixo vigor e baixo poder germinativo; e) utilização das tecnologias inadequadas. Com relação ao uso das sementes pelos produtores, normalmente, são as mesmas utilizadas em plantio anteriores.

- ✓ De acordo com o balanço hídrico o município de Feira de Santana, nos meses de junho e julho tem uma característica peculiar, são meses que não apresentam índices negativos, e apresentaram armazenamento de água no solo no período em estudo, estes meses se caracterizam no ótimo agrícola, pois existe um equilíbrio entre a evapotranspiração potencial e a pluviosidade, situação ideal para manter o desenvolvimento da agricultura.

- ✓ Diante das informações do balanço hídrico e do calendário agrícola sugere-se que o trato cultural seja iniciado em abril, e o plantio em maio, este mês se apresentou como o mais chuvoso diante das informações do balanço hídrico em diferentes séries temporais analisadas, devido à presença dos SFs e das correntes perturbadas de leste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVAY, R. **Paradigmas do capitalismo agrário em questão**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1998.

ALVES, J. **História das Secas no século XVII a XIX**. Ceará: Coleção Instituto do Ceará, Fundação Waldemar Alcântara, 2003.

ANJOS, N. F. R.; BASTOS, C. A. M. **Estudo sobre as possibilidades hidrogeológicas de Feira de Santana**. SUDENE: 1968.

AOUAD, M. dos S. **Riscos de Seca e Graus de Severidade do Semi-árido no Estado da Bahia**. Salvador: Centro de Estatística e Informações, 1991.

_____. **Tentativa de classificação climática para o Estado da Bahia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

ARAGÃO, J. O. R. de. A previsão da precipitação no norte do Nordeste do Brasil para o período chuvoso de fevereiro a maio: os anos 1997/98. *In*: MENEZES, A. V. C. de; PINTO, J. E. S. de S. **Geografia: 2011**. Sergipe: NPGeo/UFS, 2000.

AYALA-OSUNA, J. T. **Genética e Melhoramento do milho tropical: propostas para aumentar a produtividade**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2001.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 1983.

BARBOSA, D. V. N. **Os impactos da seca de 1993 no semi-árido baiano: o caso de Irecê**. Salvador: SEI, 2000.

BRUM, A. J. **Modernização da Agricultura: Trigo e Soja**, Petrópolis: Vozes, 1988.

BURMAN, G.; NAVARRO, L. M. Estimativas das safras agrícolas no Estado da Bahia. **Bahia: Análise & Dados**. Salvador, CEI, v. II, n. 1, p. 45-48, jun, 1992.

CALVACANTI, I. F. de A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. da S. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CARVALHO, B. C. L. de. A produção de milho na Bahia. **Bahia: Análise & Dados**. Salvador, CEI, v. II, n. 1, p. 121-122, jun, 1992.

CARVALHO, C. D. de. *Météorologie du Brésil*. Londres: John Bale, Sons & Danielson, 1917.

CARVALHO, L. C. P. **Aspectos geoeconômicos da produção do milho**. São Paulo: USP, 1967.

CAVIEDES, C. N. *El Niño 1972: It's climatic ecological, human, and economic implications*. Geog. Rev., 65: 493-509, 1975.

CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em 23 de maio de 2012.

CHRISTOFIDIS, D. **A água e a crise alimentar**. 1997. Disponível em <http://www.iica.org.br>. Acesso em 27 de junho de 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. **Das bases meteorológicas à climatologia aplicada**. Geografia, Rio Claro, v.14, n.28, p. 142-154, out., 1989.

_____. Implicações geográficas relacionadas com mudanças climáticas. **Boletim de Geografia Teorética**. v. 23, n. 45-46, p. 18-31, 1993.

COELHO, A. M; MORAIS, A. R. de; GAMA, E. E. G.; SILVA, B. G. da; CORNÉLIOS, W. M. de O. Estimativa da estabilidade de produção em

cultivares de milho para o estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária**. Brasileira, Brasília, set., 1988.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Calendário Agrícola**. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1125&t=2>. Acesso em 23 de mai. de 2012.

CURRY, L. *Climate and economic life: a new approach*. The Geographical Review, p. 367-383, 1952.

DINIZ, J. A. F. **Geografia da Agricultura**. São Paulo: DIFEL, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999.

FANCELLI, A. L.; LIMA, U. A. **Milho: Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. SICCI/PROMOCET/FEALQ. São Paulo, 1982. (Série Extensão Agroindustrial, 05).

FERRAZ, J. de S. **Causas prováveis das secas do Nordeste Brasileiro**. Rio de Janeiro: Ed. da Diretoria de Meteorologia, 1925.

FIALHO, E. S. Inconstâncias climáticas: uma discussão conceitual. **Revista Tamoios**. Rio de Janeiro, ano IV, nº 2, 2007.

FREITAS, N. B. Urbanização e modernização industrial das cidades médias da Bahia: um olhar sobre Feira de Santana. *In*: SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Cidades médias e pequenas: teorias, conceitos e estudos de caso**. Salvador: SEI, 2010.

GONÇALVES, N. M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador – BA**. 1992. 268 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

GOODMAN, M. M.; SMITH, J. S. C. Botânica. *In*: PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

HATTERSLEY, P. W. *Characterization of C4 type leaf anatomy in grasses (Poaceae)*. Mesophyll: bundles sheath area ratios. *Annual of Botany*, v. 53, p. 163-179, 1984.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=11&i=P>. Acesso em 13 de mai. 2012.

JESUS, E. F. R. Algumas considerações a respeito das mudanças climáticas atuais. **Boletim de Geografia Teórica**, São Paulo, v. 21, n. 41, p. 45-60, set./dez. 1991.

_____. Algumas reflexões teórico-conceituais na climatologia geográfica em mesoescala: uma proposta de investigação. **GeoTextos**, vol. 4, n. 1 e 2, p. 165-187, 2008.

KAYANO, M. T. *Low-level high-frequency modes in the Tropical Atlantic and their relation to precipitation in the equatorial South*. *Meteor. Atmos. Phys.*, v.83, p. 263-276, 2003.

KAISER, W. M. *Effect of water deficit on photosynthetic capacity*. *Physiol. Plant.*, v.71, p.142-149, 1987.

KOUSKY, V. E. *Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil*. *Monthly Weather Review*, v. 108, n. 4, p. 488-498, 1980.

_____. *Frontal Influences on Northeast Brazil*. *Monthly Weather Review*, v. 107, n. 9, p. 1140-1153, 1979.

MAIA, D. C. **Variabilidade climática e a produtividade do milho em espaços paulistas**. Dissertação (Mestrado). UNESP, 2003.

MANOSSO, F. C. A produtividade de soja, trigo e milho e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana-PR no período de 1968 a 2002. Paraná: **Revista do Departamento de Geociências** v. 14, n. 1, jan./jun. 2005.

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

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Produção do milho**. <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em 01 de agosto de 2012.

_____. **Zoneamento agrícola do Estado da Bahia: aptidão pedoclimática por cultura**. Salvador: Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola, 1985.

MONTEIRO, C. A. de F. **Fatores climáticos na organização da agricultura nos países tropicais em desenvolvimento**. São Paulo: Universidade de São Paulo, *Climatologia*, vº 10, nº 10, p. 01-36, 1981.

_____. **O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

_____. O estudo geográfico do clima. *In: Cadernos Geográficos*, n. 1, Florianópolis: Imprensa Universitária da UFSC, 1999.

MORAES, G. I.; FERREIRA FILHO, J. B. de S. Economia das mudanças climáticas e a agricultura baiana. *In: Bahia Análise & Dados*. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Salvador, v. 21, n. 4, p. 843-856, out./dez. 2011.

MORIZE, H. **Esboço da climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Observatório Astronômico, 1889.

MOTA, F. S. da. **Clima e agricultura no Brasil**. Rio Grande do Sul: SAGRA, 1986.

_____. **Meteorologia Agrícola**. São Paulo: Nobel, 1983.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER, 1995. Disponível em: http://www.drought.unl.edu/error_files/ndmc_redirect.htm Acesso em 09 de junho de 2012.

NIMER, E. Clima. *In*: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil: Região Nordeste**. Rio de Janeiro, 1977.

_____. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989.

NOBRE, C. A. Acidentes da Climatologia Dinâmica do Brasil. **Climanálise**. São José dos Campos, v.01, nº 01, p. 02-66, 1986.

NUNES, L. H.; LOMBARDO, M. A. A questão da variabilidade climática: uma reflexão crítica. **Revista do Instituto Geológico**. São Paulo, v. 16, n. ½, p. 21-31, 1995.

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

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002.

PINTO, J. E. S. de S. **Os reflexos da seca no estado de Sergipe**. São Cristovão: NPGeo, UFS, 1997.

POPPINO, R. **Feira de Santana**. Salvador: Editora Itapuã, 1968.

RIBEIRO, A. G. Climatologia geográfica e a organização do espaço agrário. *In: Boletim de Geografia Teórica*. Rio Claro: AGETEC, 1993. v. 23, n.45-46, p.34-38.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, p. 119-131, 1998.

_____. História da Climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. **Cadernos Geográficos** – publicação do Departamento de Geociências – CFH/ UFSC, Florianópolis, SC, n. 7, 124p., maio, 2003. ISSN 1519-4639.

SANT'ANNA NETO, J. L.; RIGATTI, N.; GROSSO, C.; DAMASCENO, A.; VALIO, D. A.; GOULART, H. R. Análise da variabilidade das chuvas no Extremo Oeste Paulista (1971-1999). *In: V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, Curitiba, 2002.

SANTO, S. M. **A água em Feira de Santana: uma análise do bairro Rocinha**. 1995. Dissertação (Mestrado), FAU/UFBA. Salvador, 1995.

SANTOS, J. A. L. dos. **Implicações do Pronaf na produção do espaço rural do município de Feira de Santana–BA (1999/2006)**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

SANTOS, M. **A seca social: a velha trilogia dramática (seca, fome e êxodo)**. Carta Capital, 27/05/1998, p. 60-62.

SANTOS, M. J. Z. dos. Mudanças climáticas e a relação com a produção agrícola. **Boletim Climatológico**, Presidente Prudente, v. 1, n. 2, p. 51-60, 1996.

_____. Mudanças climáticas e o planejamento agrícola. *In*: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Editora da EDUEM, 2000, p. 65-80.

_____. Mudanças climáticas no Estado de São Paulo. **Geografia**, Rio Claro, v. 21, n. 2, p. 111-171, 1996.

SCHUSSLER, J. R.; WESTGATE, M. E. *Maize kernal set at low water potential. Sensitivity to reduced assimilates during early kernal growth*. Crop Science, Madison, v.31, p.1189- 1195, 1991.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. A primeira safra de grãos de 2002 na Bahia. **Bahia Agrícola**. Salvador, SEAGRI, v. 05, n. 01, set., 2002.

_____. Grãos: bons resultados na 2ª safra de milho e feijão de sequeiros. **Bahia Agrícola**. Salvador, SEAGRI, v. 02, n. 03, nov., 1998.

_____. Grãos: situação e tendências dos principais produtos. **Bahia Agrícola**. Salvador, SEAGRI, v. 01, n. 03, fev., 1997.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Atlas Climatológico do Estado da Bahia: o clima como recurso natural básico à organização do espaço geográfico**. Salvador: Centro de Planejamento da Bahia (CEPLAB), 1978 (documento síntese).

SETZER, J. A distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia**, ano VIII, n. 1, p. 3-70, 1946.

SILVA, C. P. da. **O problema do Nordeste: as secas**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1920.

SOUSA, R. R.; TOLEDO, L. G.; TOPANOTTI, D. Q. Oscilação das chuvas na porção Centro Oeste do estado de Mato Grosso, entre os anos de 1996 a 2001. Goiânia: **Boletim Goiano de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 71-89, jul/dez, 2007.

SOUZA, I. A. A avaliação dos impactos provocados pelo *El Niño* em algumas culturas no estado de Pernambuco. *In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia*, 1999. Florianópolis (SC). Anais. Florianópolis, 1999, CD-ROM.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Análise dos atributos climáticos do Estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1998.

_____. **Balço hídrico do Estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999.

_____. Índice rural territorial. *In: MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Desenvolvimento territorial na Bahia*. Brasília, DF. MDA; Salvador: SEI, 2005.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **As Secas do Nordeste: uma abordagem histórica de causa e efeito**. Recife: SUDENE, 1981.

TAVARES, A. C. Mudanças climáticas. *In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.). Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. *The water balance*. New Jersey: Centerton, 1955.

THORNTHWAITE, C. W. New approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v.38, n. 1, p. 55-94, 1948.

TUBELIS, A. **A chuva e a produção agrícola**. São Paulo: Nobel, 1988.

TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 9, 2003.

UNE, M. Y. Fatores climáticos influenciando a agricultura em Campo Grande (MT). **Revista Brasileira de Geografia**, v. 41, n. 1 e 2, p. 03-31, 1979.

XAVIER, T. de M. B. S.; XAVIER, A. F. S.; DIAS, M. A. F. da S.; DIAS, P. L. da S. Interrelações entre eventos ENOS (ENSO), A ZCIT (ITCZ) no Atlântico e a chuva nas Bacias Hidrográficas do Ceará. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Vol. 08, n.2, abr./jun, p. 111-126, 2003.

ANEXO 01

Evapotranspiração tabular diária, segundo Thornthwaite, não ajustada para o comprimento do dia, correspondente à temperatura média diária (Td) entre 9,0 e 35,5° C, em regiões tropicais – equatoriais, com temperatura média anual normal (Índice T) entre 22,5 e 27,0°C.

Temperatura média diária Td	Temperatura média anual normal da região em °C – Índice T									
	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0
°C	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
9,0	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
10,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
10,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
11,0	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
11,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
12,0	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
12,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
13,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
13,5	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
14,0	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
14,5	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4
15,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
15,5	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
16,0	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
16,5	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
17,0	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
17,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
18,0	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
18,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
19,0	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
19,5	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5
20,0	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7
20,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9
21,0	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1
21,5	2,6	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2
22,0	2,8	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4
22,5	3,0	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6
23,0	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8
23,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0
24,0	3,5	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2
24,5	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
25,0	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
25,5	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
26,0	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3

Fonte: Mota (1983)

ANEXO 02

Fatores de correção da evapotranspiração tabular diária, para obtenção da evapotranspiração potencial mensal, ajustada segundo numero de dias do mês e a duração média do dia, nos vários meses e latitudes no hemisfério sul.

Latit. Sul	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
0°	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2
1	31,2	28,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2	31,2	30,3	31,2	30,3	31,2
2	31,5	28,2	31,2	30,3	30,9	30,0	31,2	31,2	30,3	31,2	30,6	31,5
3	31,5	28,5	31,2	30,0	30,9	30,0	30,9	30,9	30,0	31,2	30,6	31,5
4	31,8	28,5	31,2	30,0	30,9	29,7	30,9	30,9	30,0	31,5	30,6	31,8
5	31,8	28,5	31,2	30,0	30,6	29,7	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	31,8
6	31,8	28,8	31,2	30,0	30,6	29,4	30,6	30,9	30,0	31,5	30,9	32,1
7	32,1	28,8	31,2	30,0	30,6	29,4	30,3	30,6	30,0	31,5	30,9	32,4
8	32,1	28,8	31,5	29,7	30,3	29,1	30,3	30,6	30,0	31,8	31,2	32,4
9	32,4	29,1	31,5	29,7	30,3	29,1	30,0	30,6	30,0	31,8	31,2	32,7
10	32,4	29,1	31,5	29,7	30,3	28,8	30,0	30,3	30,0	31,8	31,5	33,0
11	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,8	29,7	30,3	30,0	31,8	31,5	33,0
12	32,7	29,1	31,5	29,7	30,0	28,5	29,7	30,3	30,0	31,8	31,8	33,3
13	33,0	29,4	31,5	29,4	29,7	28,5	29,4	30,0	30,0	32,1	31,8	33,3
14	33,3	29,4	31,5	29,4	29,7	28,2	29,4	30,0	30,0	32,1	32,1	33,6
15	33,6	29,4	31,5	29,4	29,4	28,2	29,1	30,0	30,0	32,1	32,1	33,6
16	33,6	29,7	31,5	29,4	29,4	27,9	29,1	30,0	30,0	32,1	32,1	33,9
17	33,9	29,7	31,5	29,4	29,1	27,9	28,8	29,7	30,0	32,1	32,4	33,9
18	33,9	29,7	31,5	29,1	28,1	27,6	28,8	29,7	30,0	32,4	32,4	34,2
19	34,2	30,0	31,5	29,1	28,8	27,6	28,5	29,7	30,0	32,4	32,7	34,2
20	34,3	30,0	31,5	29,1	28,8	27,3	28,5	29,7	30,0	32,4	32,7	34,5
21	34,5	30,0	31,5	29,1	28,6	27,3	28,2	29,7	30,0	32,4	32,7	34,5
22	34,5	30,0	31,5	29,1	28,5	27,0	28,2	29,4	30,0	32,7	33,0	34,8
23	34,8	30,3	31,5	28,8	28,5	26,7	27,9	29,4	30,0	32,7	33,0	35,1
24	35,1	30,3	31,5	28,8	28,2	26,7	27,9	29,4	30,0	32,7	33,3	35,1
25	35,1	30,3	31,5	28,8	28,2	26,4	27,9	29,4	30,0	33,0	33,3	35,4
26	35,4	30,6	31,5	28,8	28,2	26,4	27,6	29,1	30,0	33,0	33,6	35,4
27	35,4	30,6	31,5	28,8	27,9	26,1	27,6	29,1	30,0	33,3	33,6	35,7
28	35,7	30,6	31,8	28,5	27,9	25,8	27,3	29,1	30,0	33,3	33,9	36,0
29	35,7	30,9	31,8	28,5	27,6	25,8	27,3	28,8	30,0	33,3	33,9	36,0
30	36,0	30,9	31,8	28,5	27,6	25,5	27,0	28,8	30,0	33,6	34,2	36,3
31	36,3	30,9	31,8	28,5	27,3	25,2	27,0	28,8	30,0	33,6	34,5	36,6
32	36,3	30,9	31,8	28,5	27,3	25,2	26,7	28,5	30,0	33,6	34,5	36,9
33	36,6	31,2	31,8	28,2	27,0	24,9	26,4	28,5	30,0	33,9	34,8	36,9
34	36,6	31,2	31,8	28,2	27,0	24,9	26,4	28,5	30,0	33,9	34,8	37,2
35	36,9	31,2	31,8	28,2	26,7	24,6	26,1	28,2	30,0	33,9	35,1	37,5
36	37,2	31,5	31,8	28,2	26,7	24,3	25,8	28,2	30,0	34,2	35,4	37,8
37	37,5	31,5	31,8	28,2	26,4	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1
38	37,5	31,5	32,1	27,9	26,1	24,0	25,5	27,9	30,0	34,2	35,7	38,1
39	37,8	31,8	32,1	27,1	26,1	23,7	25,2	27,9	30,0	34,9	36,0	38,4

Fonte: Mota (1983)

