



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA-UNEB  
Departamento de ciências humanas  
Colegiado do curso de engenharia agrônoma  
Campus IX – Barreiras

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA  
Departamento de ciências humanas – Campus IX

**ZONEAMENTO E AVALIAÇÃO DA CLIMATOLOGIA PLUVIOMÉTRICA, NA  
REGIÃO OESTE DA BAHIA**

SÉRGIO AUGUSTO PIGNATA DE SOUZA

Barreiras – Bahia  
2017



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA-UNEB  
Departamento de ciências humanas  
Colegiado do curso de engenharia agrônoma  
Campus IX – Barreiras

SÉRGIO AUGUSTO PIGNATA DE SOUZA

**ZONEAMENTO E AVALIAÇÃO DA CLIMATOLOGIA PLUVIOMÉTRICA, NA  
REGIÃO OESTE DA BAHIA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Agrônoma da Universidade do Estado da Bahia – UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. DSc. Marcos Antônio Vanderlei Silva

Barreiras – Bahia  
2017

Universidade do Estado da Bahia

Sistema de Biblioteca

Ficha Catalográfica - Produzida pela Biblioteca Edivaldo Machado Boaventura

Souza, Sérgio Augusto Pignata de .

Zoneamento e avaliação da climatologia pluviométrica, na região oeste da Bahia: / Sérgio Augusto Pignata de Souza.-- Barreiras, 2017.  
39.

Orientador: Marcos Antônio Vanderlei Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Ciências Humanas, 2017

1. IPP, precipitação, ENOS.. I. Universidade do Estado da Bahia.  
Departamento de Ciências Humanas.

CDD: 620

**ZONEAMENTO E AVALIAÇÃO DA CLIMATOLOGIA PLUVIOMÉTRICA, NA REGIÃO OESTE DA BAHIA.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade do Estado da Bahia – UNEB - Campus IX, como requisito parcial para avaliação do trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica.

**Banca Examinadora:**

---

**Prof. DSc. Marcos Antônio Vanderlei Silva (Orientador)**

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

---

**Prof. Jorge da Silva Junior (Examinador)**

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

---

**Prof. Francisco Regis Liberato (Examinador)**

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Aprovado em:        /        / 2017

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e inteligência para superar todas as dificuldades e conseguir chegar onde hoje estou. Ao bom Deus, seja a honra e glória e o louvor para todo o sempre.

Á meu orientador, Marcos Antônio Vanderlei Silva ,pela paciência, dedicação e ensinamentos que possibilitaram que eu realizasse este trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, carinho, paciência e seus ensinamentos. Agradeço de forma especial ao meu pai Joaci Silva de Souza e à minha mãe Ivanice Pignata de Souza, por não medirem esforços para que eu pudesse levar meus estudos adiante.

Aos meus amigos, por estarem do meu lado em todos os momentos ao longo do curso, e especialmente a Charles Cardoso Santana, que contribuiu significativamente para a realização deste trabalho.

**SUMÁRIO**

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....	10
2.1 Climatologia e Produção Agrícola .....	10
2.2 Índices de seca .....	12
3 MATERIAL E METODOS .....	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERENCIAS .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Extremo Oeste da Bahia .....	15
Figura 2. Interface da plataforma hidroweb .....	16
Figura 3. Interface do software Quantum Gis (QGIS) .....	21
Figura 4. Distribuição média da precipitação da microrregião de Barreiras ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel .....	23
Figura 5. Distribuição média da precipitação da microrregião de Cotegipe ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel .....	24
Figura 6. Distribuição média da precipitação da microrregião de Santa Maria da Vitória ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel .....	24
Figura 7. Espacialização do SPI 3 para os anos de 1986 a 1995 .....	26
Figura 8. Espacialização do SPI 3 para os anos de 1996 a 2005 .....	29
Figura 9. Espacialização do SPI 3 para os anos de 2006 a 2015 .....	30
Figura 10. Espacialização da precipitação dos meses de janeiro a junho .....	31
Figura 11. Espacialização da precipitação dos meses de julho a dezembro .....	32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 1985 a 1994	20
Tabela 2. Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 1995 a 2004	20
Tabela 3. Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 2005 a 2015	20
Tabela 4. Resumo estatístico das médias mensais do período de 1986 a 2015 da região Oeste da Bahia.....	22
Tabela 5. Média do trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (DJF), para os anos de 1986 a 2015 .....	27

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Relação dos municípios na mesorregião do Extremo Oeste da Bahia segundo as microrregiões .....	16
Quadro 2. Classificação dos períodos secos e chuvoso do SPI .....	19

SOUZA, Sérgio Augusto Pignata de. **ZONEAMENTO E AVALIAÇÃO DA CLIMATOLOGIA PLUVIOMÉTRICA, NA REGIÃO OESTE DA BAHIA** 2017. 39p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Universidade do Estado da Bahia, Campus IX, Barreiras – Bahia, 2017.

## **RESUMO**

A Região Oeste do Estado da Bahia, conhecida pela sua larga produção agrícola, tem sido afetada pela queda na produtividade das principais culturas, em decorrência de longos períodos de baixa precipitação. Com efeito, este trabalho busca avaliar a variação espacial e temporal da precipitação, por meio da espacialização e a ocorrência de secas, através do Índice Padronizado de Precipitação (SPI), no oeste baiano, localizado entre as coordenadas 10,05° e 15,30° de latitude sul e entre 43,25° e 46,70° de longitude oeste, e formado por três microrregiões, sendo, Barreiras, Cotegipe e Santa Maria da Vitória e 24 municípios. Foram utilizados dados diários de chuva obtidos da rede de postos da Agência Nacional de Águas (ANA), coletados na plataforma *hidroweb*, entre 1986 a 2015, contemplando um período de 30 anos de dados. A partir dos dados espacializados, foram construídos mapas, que mostraram a ocorrência destes fenômenos, suas intensidades, e a influência do ENOS nos mesmos. A partir das análises infere-se que a região Oeste da Bahia apresenta-se grande variabilidade de regime pluviométrico ao longo do ano, com destaque para o período seco, que registrou cerca de 12 a 15 mm e compreendem os meses de Maio a Setembro. Essa variabilidade abrange todas as três microrregiões estudadas, Barreiras; Cotegipe e Santa Maria da Vitória. Destaca-se também que a espacialização das chuvas se distribuem partindo do extremo oeste a parte central da região, considerando que grande parte da ocorrência dessas chuvas foram devido o fenômeno La Niña e as secas, atribuindo ao fenômeno El Niño, que ocorreu nos anos de 1987 em escala moderada a extrema, 1998 porém a média de precipitação se mostrou normal com 160,16 mm, 2010 onde as secas foram em áreas isolados, em 2007, e 2015 sendo o mais abrangente.

**Palavras-chave:** IPP, precipitação, ENOS.

SOUZA, Sérgio Augusto Pignata de. **ZONING AND EVALUATION OF PLUVIOMETRIC CLIMATOLOGY, IN THE WEST REGION OF BAHIA** 2017. 39p. Monography (Graduation in Agronomic Engineering) - State University of Bahia, Campus IX, Barreiras - Bahia, 2017

## **ABSTRACT**

The Western Region of the State of Bahia, known for its large agricultural production, has been affected by the fall in productivity of the main crops, due to long periods of low precipitation. This work aims to evaluate the spatial and temporal variation of precipitation, through spatialization and the occurrence of droughts, through the Standardized Index of Precipitation (SPI) in western Bahia, located between the coordinates of 10.05 and 15, 30 ° south latitude and 43.25 ° and 46.70 ° west longitude, and consists of three micro-regions, being Barreiras, Cotegipe and Santa Maria da Vitoria and 24 municipalities. Daily rainfall data collected from the National Water Agency (NWA) network collected from the hydroweb platform between 1986 and 2015 were used, covering a period of 30 years of data. From the spatialized data, maps were constructed, which showed the occurrence of these phenomena, their intensities, and the influence of ENSO on them. From the analysis, it can be inferred that the West region of Bahia presents a great variability of rainfall throughout the year, especially in the dry period, which registered around 12 to 15 mm and comprises the months of May to September. This variability covers all three microregions studied, Barreiras; Cotegipe and Santa Maria da Vitoria. It is also worth noting that the spatiality of the rains are distributed from the extreme west to the central part of the region, considering that a great part of the occurrence of these rains was due to the La Niña phenomenon and the droughts, attributed to the El Niño phenomenon, which occurred in the 1987 on a moderate to extreme scale, 1998 but the mean rainfall was normal with 160.16 mm, 2010 where droughts were in isolated areas in 2007 and 2015 being the most comprehensive.

Key words: SPI, precipitation, ENSO.

## 1 INTRODUÇÃO

A região Oeste da Bahia é caracterizada pelas formações de Cerrado, e transição com outros biomas, e ocupa aproximadamente 9,6 milhões de hectares, destacando-se pelas atividades agrícolas em larga escala, realizada com empreendedorismo e alto nível de excelência nos processos de produção, tornando-se modelo de crescimento agrícola e uso de tecnologia avançada (BARRETO 2014). As principais culturas plantadas no Oeste da Bahia são todas de agricultura de sequeiro, como: soja, algodão, milho e café, sendo também representativas a produção de frutas, feijão, arroz e gramíneas para a formação de pastagens.

Em atividades humanas como a agricultura, existe uma elevada dependência das condições climáticas e da disponibilidade de recursos naturais, ao mesmo tempo em que está presente a dificuldade de controlar as condições ambientais (ADGER, 2000). Um exemplo segundo Manosso, (2005), para as culturas do milho, soja e algodão, a deficiência hídrica no estágio inicial de crescimento ou o excedente hídrico durante a colheita, podem causar perdas na produtividade. Com isso observa-se que não só no Brasil, mas também em toda região Oeste da Bahia onde se pratica a agricultura de sequeiro, são encontradas distintas características climática, notando considerável variabilidade espacial e temporal da precipitação, com isso a devida região tem enfrentado forte impacto de seca provocando grandes prejuízos na agricultura. Nos últimos três anos, tem passado por períodos extremos de baixa precipitação pluviométrica, provocando perdas consideráveis de produtividade nas principais culturas, e conseqüentemente a crescente descapitalização dos produtores.

As secas são desastres que se manifestam tanto em forma de declínio econômico e rápida mudança ambiental, quanto através de conseqüências prolongadas e devastadoras no estilo de vida e bem-estar das comunidades rurais (BOYD, QUEVILLON, e ENGDAHL, 2010). Analisando a ocorrência de secas na cidade de Barreiras (Bahia), no período de 1991 a 2015 Silva e Santana, (2016), concluíram que a precipitação do semestre chuvoso é equivalente a manutenção de lavouras de sequeiro, com menos dispersão mensal, entre os anos, bem como de um modo geral, mostrou que as secas severas e extremas afetam pouco o período chuvoso (outubro a março). Por outro lado, Silva et al (2006), estudando as condições climáticas da Região Oeste da Bahia, em termos de disponibilidade e

adequabilidade hídrica no solo para uso na irrigação para a cultura do feijoeiro, identificou-se que o período de deficiência hídrica na Região Oeste perdura por cinco a sete meses, abril a outubro, onde os totais de precipitação efetiva não superam os valores de evapotranspiração potencial (ETP), apontando para uma necessidade de irrigação, já as maiores demandas de irrigação para a cultura do feijoeiro ocorrem no bimestre agosto-setembro.

Não obstante, um estudo que vise o conhecimento da ocorrência de secas, através de sistemas de monitoramento, pode fornecer informações essenciais que fomentem medidas mitigatórias, e tais informações podem ser obtidas por meio da utilização de índices de secas, que se baseiam principalmente na medida de precipitação. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a variação espacial e temporal da precipitação e a ocorrência de secas no oeste baiano. Para tal fim, foi feita uma análise da variabilidade dos totais médios de precipitação pluviométrica por meio da variabilidade relativa de Biel (VRB); bem como o monitoramento dos eventos de seca por meio do índice padronizado de precipitação SPI3, respectivamente os meses Dezembro-Janeiro-Fevereiro; a análise da variação média anual e sazonal da precipitação, e por fim a espacialização.

Dessa forma este estudo é fundamental por se tornar uma ferramenta para a agricultura irrigada e sequeiro, uma vez que, atualmente, inexistem informações integradas da quantidade e frequência de precipitação sobre a disponibilidade de água no solo por meio de um estudo climático de caráter mais específico considerando a região oeste da Bahia.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Climatologia e Produção Agrícola

A climatologia é a ciência que se ocupa do estudo dos climas e está pautada com as descrições dos padrões de distribuição temporal e espacial dos elementos do tempo, e se utiliza dos seguintes elementos: temperatura, precipitação, ventos, nebulosidade, latitude, altitude, relevo, maritimidade, continentalidade, correntes marítimas quentes e frias, massas de ar, entre outros, de forma a aplicar tais estudos de uma maneira geral a territórios vastos, inclusive nas atividades agrícolas as quais estão fortemente sujeitas aos efeitos do tempo e das condições climáticas. Desse modo, a produção agrícola é bastante afetada positiva ou negativamente. De acordo com Petr (1990) e Fageria (1992), citados por Hoogenboom (2000), ao redor de 80% da variabilidade da produção agrícola no mundo devem-se à variabilidade das condições meteorológicas durante o ciclo de cultivo, especialmente para as culturas de sequeiro, já que os agricultores não podem exercer nenhum controle sobre tais fenômenos naturais.

De modo geral o clima afeta também a relação das plantas com micro-organismos, insetos, fungos e bactérias, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda medidas de controle adequadas. Muitas práticas agrícolas de campo, como o preparo do solo, a semeadura, a adubação, a irrigação, as pulverizações, a colheita, dentre outras, dependem também de condições específicas de tempo e de umidade no solo, para que possam ser realizadas de forma eficiente (PEREIRA et al., 2002). Dentre os Elementos climáticos mais importantes, a precipitação é a que mais se destaca porque no Brasil a agricultura de sequeiro é a mais desenvolvida, pois ocupa uma maior área. E essa agricultura é dependente da condição de água no solo, a qual só vem por meio da precipitação, onde o excesso ou a deficiência resulta na incapacitação para o desenvolvimento vital do ciclo.

Estudos sobre a climatologia das precipitações são essenciais para o planejamento das atividades agrícolas. De acordo com uma pesquisa, foi analisado a variabilidade anual e intra-anual da precipitação e do número de dias chuvosos para o Estado da Paraíba, baseado em 46 séries de tempo diárias com mais de 30 anos, contendo tanto dados contínuos como nulos. Observaram que os coeficientes

de variação da precipitação e do número de dias chuvosos nas microrregiões do Cariri, Seridó e Curimataú são maiores do que nas estações localizadas nas microrregiões do litoral, agreste e brejo paraibano. Com base no número de dias com chuva (NDC) é possível se ter uma idéia da intensidade da precipitação, pois ao se analisar a chuva em intervalos de tempo distintos é possível identificar qual a sua intensidade e variabilidade espacial em termos quantitativos e qualitativos (FISCHER et al., 2008).

Diretamente, a chuva não afeta nenhum dos processos metabólicos das plantas. Contudo, ela age indiretamente, afetando tanto o crescimento quanto o desenvolvimento das culturas (HOOGENBOOM, 2000), além da disponibilidade hídrica dos solos que, por sua vez, influencia a absorção de água pelas raízes e o *status* hídrico das culturas. Em períodos de poucas chuvas, a seca induz as plantas ao fechamento de seus estômatos, fixando menos CO<sub>2</sub>, afetando negativamente a fotossíntese. Por outro lado, períodos com chuvas excessivas levam à redução da oxigenação dos solos, diminuindo a atividade radicular e a absorção de água e nutrientes pelas plantas. Tanto as secas quanto o encharcamento dos solos levam à redução da produtividade das culturas (MONTEIRO, 2009).

Alguns trabalhos já foram feitos na tentativa de mostrar como as condições climáticas afetam determinadas culturas. Como por exemplo, Pezzopane et al. (2010) apresentaram um zoneamento de risco climático, baseado no atendimento hídrico para o café Conilon para o estado do Espírito Santo, em função da variação das necessidades de água nas fases fenológicas do florescimento, granação dos frutos e crescimento vegetativo. Os resultados indicaram que devido à característica heterogênea do regime pluviométrico, associada às diferentes demandas hídricas, ocorre uma variação espacial do risco climático ao atendimento hídrico no Estado e que a partir da análise simultânea de atendimento hídrico nas diferentes fases fenológicas do café Conilon, identificou-se que 58% da área do Espírito Santo, concentrada principalmente na região norte, apresenta alto risco climático nas fases vegetativa do florescimento, granação e crescimento vegetativo. Com isso observa-se que realmente o clima exerce forte influencia nos empreendimentos agrícolas.

## 2.2 Índices de seca

A compreensão mais eficaz para investigar a seca e seus impactos, incluindo seu começo e o seu fim, está na utilização de índices criados por vários pesquisadores para medir a severidade da seca. Os índices de seca trabalham com vários anos de variáveis meteorológicas como: precipitação, temperatura do ar, evapotranspiração, escoamento superficial (*runoff*), umidade do solo, entre outras variáveis, e assim as combinam a fim de identificar o início de um período de seca.

De monitoramento complexo, os períodos secos causam prejuízos em diferentes setores da atividade humana (QUIRING, 2009a). Secas ocorrem em qualquer região climática e são caracterizadas pelo déficit entre a precipitação pluvial e a evapotranspiração potencial. A gravidade da seca aumenta com a associação de temperatura do ar elevada, ventos fortes, baixa umidade do ar e com condições locais de solo, relacionadas, principalmente, à taxa de infiltração e retenção de água e à sua erodibilidade potencial (FREITAS, 2005; SALAS et al., 2005). Segundo Redmond (2002), não há um conceito universal para definir a seca, o que permite que suas definições sejam dependentes da temática de abordagem. Heim (2002) classificou a seca em quatro diferentes categorias, de acordo com seus efeitos: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica.

Existem vários índices de seca como: Índice Porcentagem Normal (PN) "*Percent of Normal*"; Decis (D) "*Deciles*"; Índice de Precipitação Padronizada (SPI) "*Standardized Precipitation Index*"; Índice de Anomalia de Chuva (RAI) "*Rainfall Anomaly Index*"; Índice de Seca de Bhalme e Mooley (BMDI) "*Bhalme e Mooley Drought Index*"; Índice de Seca de Bhalme e Mooley Modificado (MBMDI) "*Modified Bhalme e Mooley Drought Index*"; Índice de Severidade de Herbst (HSI) "*Herbst Severity Index*"; Índice de Abastecimento de Água em Superfície (SWSI) "*Surface Water Supply Index*"; Índice de Recuperação de Seca (RDI) "*Reclamation Drought Index*"; Índice de Estresse Hídrico da Cultura (CWSI) "*Crop Water Stress Index*"; Índice de Desvio de Chuva de Lamb (LRDI) "*Lamb Rainfall Departure Index*"; Índice de Seca Efetiva (EDI) "*Effective Drought Index*"; Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) "*Palmer Drought Severity Index*" (FERNANDES et al., 2009).

Uma das ferramentas mais adequadas para a quantificação da seca, sob o ponto de vista meteorológico, é o Índice Padronizado de Precipitação (SPI) "*Standardized*

*Precipitation Index*". Desenvolvido por MCKEE et al. (1993), tal quantificador vem sendo utilizado em diversos países do mundo, nos programas e ações governamentais de combate e mitigação à seca. Tal índice é capaz de monitorar essa anomalia climática em diversas escalas de tempo, reconhecendo, portanto, diferentes tipos de seca em sua análise.

Um exemplo da sua utilização foi o estudo desenvolvido por Silva et al. (2013) que avaliou a variabilidade temporal de eventos de seca, assim como suas categorias no estado da Bahia, já que tem grande parte de sua área inserida na região semiárida do Nordeste e sujeita à ocorrência de secas. Os resultados indicaram que os principais eventos de seca foram observados nas décadas de 1950, 1960 e 1990, sendo que especialmente o mais abrangente foi o ocorrido em torno de 1953 e, em maior intensidade, foram os eventos de seca de 1963 e 1998. Em relação ao período mais recente, 2010 a 2012, foram observados eventos de seca em somente três regiões localizadas nas regiões norte e sul (Itajuípe e Conceição da Barra) e na Chapada Diamantina.

Santos e Anjos (2001), ao utilizarem o SPI para o monitoramento das condições hídricas do estado de Pernambuco, concluíram que o uso desse índice, caracteriza e indica, com certa antecedência, situações de seca, sendo capaz de identificar situações climáticas extremas entre diferentes microrregiões. Brunini e outros (2001), confrontando valores do SPI com os parâmetros do método do balanço hídrico no estado de São Paulo, chegaram à conclusão de que o SPI permite realizar um apropriado monitoramento e a quantificação da seca possibilitando indicar soluções para minimizar seus efeitos negativos, tanto sociais quanto físicos.

Proposto por Nascimento et al. (2015) um estudo onde objetivou identificar, quantificar e caracterizar os eventos secos e chuvosos na microrregião de Imperatriz - MA, no período de 1985 a 2013. Pode-se observar através dos resultados uma predominância de eventos extremos de seca em todas as escalas do SPI sendo bem evidentes na década de 1990 e nos anos de 2012/2013. Por outro lado, as maiores sequências chuvosas ocorreram no final da década de 1980 em todas as escalas estudadas. Os maiores períodos de eventos secos (chuvosos) corresponderam aos períodos de eventos fortes de El Niño (La Niña). Observou-se, ainda, que as chuvas na região são propiciadas, também, pela atuação de diversos

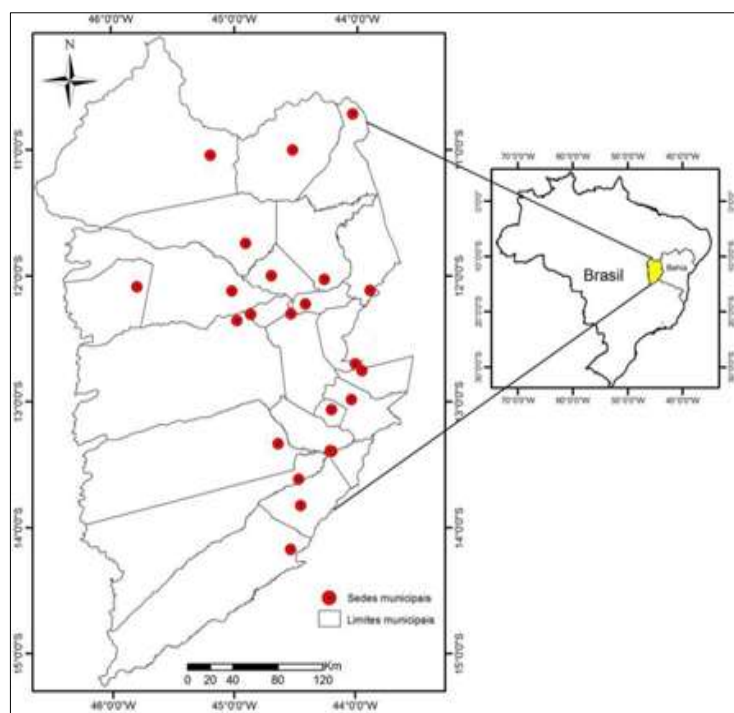
outros sistemas meteorológicos, tais como Zona de Convergência do Atlântico Sul, Sistemas Frontais e efeitos de brisa local.

Desenvolvido por (SILVEIRA, 2016) um trabalho para caracterizar o comportamento da seca agrícola e meteorológica, a partir da utilização do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI), Índice de Anomalia de Umidade de Palmer (Z) e do Índice Padronizado de Precipitação (SPI), em algumas localidades do estado do Rio Grande do Sul. Os resultados mostraram que o índice PDSI apresentou maiores eventos de secas severas e extremas em relação aos índices SPI e Z. Considerando a análise comparativa dos eventos de secas, o SPI teve maior proximidade do PDSI, quanto ao número de eventos e boa correlação quando aplicado o modelo linear, apesar das correlações entre o SPI e o índice Z também não mostrarem diferença significativa pelo teste t, do parâmetro angular do ajuste linear, a 5% de probabilidade de erro.

Considerando o enorme prejuízo que os tipos de seca provocam em diversos segmentos da sociedade, principalmente na agricultura, estes índices são ferramentas essenciais e normalmente de fácil interpretação que auxiliam na previsão das secas e no apoio à tomada de decisões para evitar ou diminuir os efeitos negativos decorrentes desse problema. Tais índices variam entre si por possuírem diferentes sistemas de abordagem, onde utilizam informações obtidas de registros históricos, e os combinam para a identificação de uma atual ou provável seca.

### 3 MATERIAL E METODOS

A área de estudo foi a Mesorregião do Extremo Oeste da Bahia (Figura 1), doravante chamada apenas Oeste da Bahia, localizada entre as coordenadas 10,05° e 15,30° de latitude sul e entre 43,25° e 46,70° de longitude oeste, caracterizada pelo clima tropical continental (Aw na classificação de Köppen). O Oeste da Bahia abrange uma área de aproximadamente 117 mil km<sup>2</sup>, situa-se na margem esquerda do rio São Francisco, tendo como afluentes principais os rios Grande, Preto, Corrente e Carinhanha (NOU e COSTA, 1994), além de ser uma região marcada pelos efeitos da sazonalidade climática. A área selecionada é formada por três microrregiões e 24 municípios, (Quadro 1).



**Figura 1.** Extremo Oeste da Bahia      Fonte: scielo



Foi utilizado a variabilidade relativa de Biel (VRB) para determinar a variabilidade ao longo dos anos, por meio da expressão (Equação 1), como segue:

$$VRB = \sum_{i=1}^n \frac{|p_i - P|}{p_i} \times 100 \quad (01)$$

onde  $p_i$  é a precipitação anual,  $P$  é a precipitação anual média para o período de  $n$  anos, e  $VRB$  é o valor percentual que define a faixa em torno da média dentro da qual a precipitação é considerada normal. Ou seja, em notação matemática, o intervalo dito normal é:  $[P-VRB; P+VRB]$ .

A Identificação dos eventos de seca foi com o SPI. O SPI foi determinado a partir das funções de densidade de probabilidade que descrevem as séries históricas de precipitação em distintas escalas de tempo e requer séries com, no mínimo, 30 anos de dados. O cálculo do SPI teve as seguintes etapas: 1) determinação da função densidade da probabilidade gama incompleta das séries de precipitação mensal; 2) estimativa da probabilidade acumulada; 3) normalização através da função Normal Inversa Gaussiana (MACEDO et al., 2010).

O cálculo do SPI inicia-se com o ajuste da função densidade de probabilidade Gama às séries de totais mensais precipitados, em seguida, a probabilidade acumulada de ocorrência de cada total mensal será estimada. A função Normal inversa Gaussiana é aplicada a essa probabilidade resultando no valor SPI.

A distribuição gama é definida por:

$$f(x) = \frac{(x/\beta)^{\alpha-1} \exp(-x/\beta)}{\beta \Gamma(\alpha)}, \text{ quando } x, \alpha, \beta > 0 \quad (02)$$

em que  $\alpha > 0$  é o parâmetro de forma;  $\beta > 0$  é o parâmetro de escala e  $x > 0$  é a quantidade de chuva precipitada.

Assim, a função Gama é dada por:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (03)$$

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da função densidade de probabilidade Gama foram estimados para cada estação e escala de tempo de interesse. Logo, para a estimativa dos parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$ , utilizou-se as soluções de Máxima Verossimilhança, sendo:

$$\hat{\alpha} = \frac{1 + \sqrt{1 + 4D/3}}{4D} \quad (04)$$

$$D = \ln(\bar{x}) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i), \text{ e } \hat{\beta} = \frac{\bar{x}}{\hat{\alpha}} \cdot \quad (05)$$

em que : “n” é o número de observações da amostra e  $\bar{x}$  é o valor médio dos dados de chuva.

Os parâmetros resultantes foram utilizados para obtenção da probabilidade de chuva para um determinado mês e para o período de tempo desejado para o posto em estudo. Logo, a função acumulada de probabilidade Gama é:

$$F(X) = \frac{1}{\Gamma(\gamma)\beta^\gamma} \int_0^x X^{\gamma-1} e^{-\frac{X}{\beta}} dX \quad (06)$$

A função Gama não é definida para  $x = 0$ , mas como a amostra dos dados de precipitação pode conter zeros, a probabilidade acumulada foi dada da seguinte forma:

$$H(x) = q + (1 - q)G(x) \quad (07)$$

em que: “q” é a probabilidade de ocorrer um valor zero.

Se “m” for o número de zeros numa série de precipitação, então  $q = m/(n+1)$ . Segundo Abramowitz e Stegun (1965), a relação entre as distribuições de probabilidade Gama e Normal foi dada por:

$$Z = \text{SPI} = - \left\{ t - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right\}, \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (08)$$

$$Z = \text{SPI} = + \left\{ t - \frac{C_0 + C_1 t + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right\}, \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (09)$$

em que os valores dos coeficientes foram:  $c_0 = 2,515517$ ;  $c_1 = 0,802853$ ;  $c_2 = 0,010328$ ;  $d_1 = 1,432788$ ;  $d_2 = 0,189269$  e  $d_3 = 0,001308$  e “t” foi definido pelas equações:

$$t = \sqrt{\ln \left[ \frac{1}{(H(x))^2} \right]}, \text{ para } 0 < H(x) \leq 0,5 \quad (10)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[ \frac{1}{1 - (H(x))^2} \right]}, \text{ para } 0,5 < H(x) \leq 1 \quad (11)$$

O evento seca inicia-se quando o SPI torna-se negativo e atinge o valor -1 e finda quando este volta a apresentar valores positivos. Dentro de sua escala, os

valores menores ou iguais a -2 indicam “seca extrema” e os maiores ou iguais a +2 indicam “umidade extrema” (Quadro 2).

**Quadro 2.** Classificação dos períodos secos e chuvoso do SPI

<b>SPI</b>	<b>Categoria</b>
$\geq 2,00$	Chuva Extrema
1,99 a 1,50	Chuva Severa
1,49 a 1,00	Chuva Moderada
0,99 a -0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Seca Moderada
-1,50 a -1,99	Seca Severa
$\leq - 2,00$	Seca Extrema

Como o SPI é normalizado, climas úmidos e secos podem ser representados. Para o propósito agroclimático foi utilizado o SPI 3, dividido e classificado em SPI 3F e SPI 3J, (SPI 3 meses fevereiro), (SPI 3 meses janeiro), pois normalmente nos meses de janeiro e fevereiro coincidem com as épocas de florescimento das principais lavouras da região. Com o intuito de permitir uma visualização das áreas que ocorreram eventos de seca em suas diferentes intensidades na região estudada, foram gerados mapas de SPI 3, para os anos de 1986 a 2015 de forma espacializada.

Os registros dos anos de ocorrência de eventos de El Niño e de La Niña, no período de 1985 a 1994 (Tabela 1), 1995 a 2004 (Tabela 2) e 2005 a 2015 (Tabela 3) foram coletados no site: [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml).

**Tabela 1.** Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 1985 a 1994

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1985	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.2	1.1	0.9	1	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
1989	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1	1.1

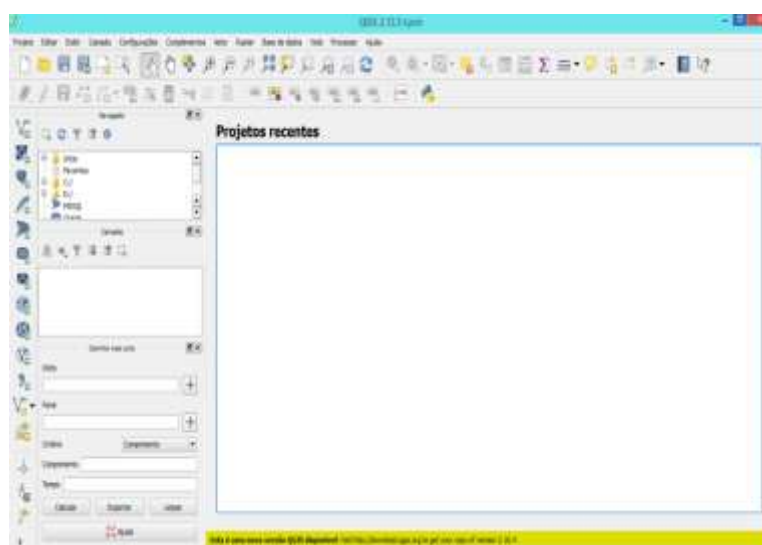
**Tabela 2.** Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 1995 a 2004

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
1995	1	0.7	0.5	0.3	0.1	0	-0.2	-0.5	-0.8	-1	-1	-1
1996	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
1997	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1	-1	-1	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7

**Tabela 3.** Ocorrência de eventos de El Niño e La Niña no período de 2005 a 2015

Ano	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.3	0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.7	1	1.3	1.6
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1
2012	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0	-0.2
2013	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6

Para tratar e espacializar as informações climáticas, foi utilizado o *software* *Quantum Gis* (Figura 3). O *Quantum Gis* é um *software* gratuito, licenciado pela GNU (*General Public License*), baseado em um SIG (Sistema de Informação Geográfica) e que suporta as bases de dados geográficas *PostGIS*, *SpatiaLite* e *SQL Anywhere*, além de todos os formatos da biblioteca *GDAL (Geospatial Data Abstraction Library)*, permitindo, segundo Almeida (2011), consultas espaciais, exploração interativa de dados, identificação e seleção de geometrias, pesquisa, visualização e seleção de atributos e criação de simbologia vetorial e raster.



**Figura 3.** Interface do software Quantum Gis (QGIS)

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A título de compreender a variação geral do comportamento de precipitação na região Oeste da Bahia, encontra-se na (Tabela 4) o resumo estatístico. Nota-se grande variabilidade do regime pluviométrico com valores que varia de 66 a 211 mm ao longo do ano, com diferenças percentuais de 69% e com período de chuvas compreendido entre os meses de outubro a abril. De acordo com Tanajura et al., (2010), o período de maior volume de chuva corresponde ao trimestre (DJF), podendo chegar no máximo neste trimestre a 700 mm. Bittencourt et al., (2013), observaram que o pico de chuva está associado à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e com vestígios de frentes frias que penetram em baixas latitudes.

**Tabela 4.** Resumo estatístico das médias mensais do período de 1986 a 2015 da região Oeste da Bahia

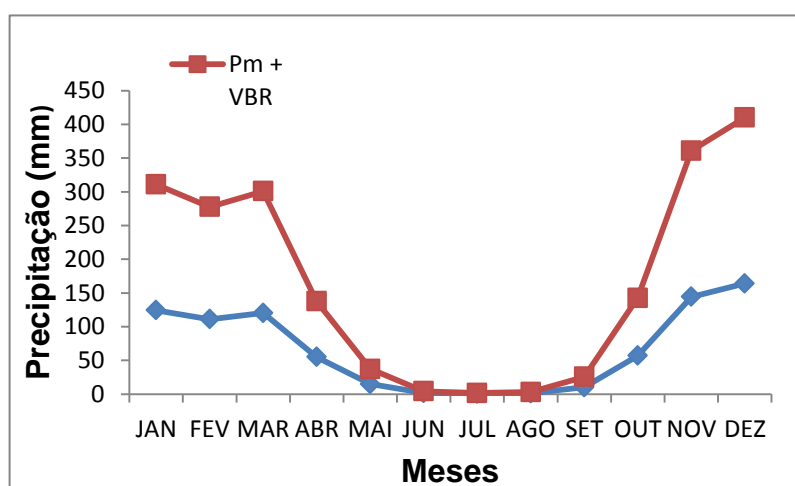
Natureza Estatística	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
<b>MEDIA</b>	151,68	127,58	145,85	66,20	15,90	2,03	0,71	1,61	12,46	70,92	177,44	211,36	983,74
<b>DESVPAD</b>	21,80	19,80	19,32	14,08	5,47	1,05	0,49	0,97	4,19	11,27	22,12	24,80	116,69
<b>CV</b>	14,37	15,52	13,25	21,27	34,40	51,53	69,30	59,98	33,65	15,89	12,47	11,73	11,86

Por outro lado, no período seco, a variabilidade de precipitação foi da ordem de 12 a 15 mm que compreendem os meses de maio a setembro, registrando as menores precipitações, e evidenciando os maiores coeficientes de variação (CV). É interessante ressaltar que os valores de CV são baixos (entre 34 e 69%), comparativamente aos encontrados na região Nordeste (entre 45 e 312%) por Silva et al. (2011), e semelhantes aos encontrados por Viola et al. (2010) (entre 17 e 60%), para Minas Gerais, Estado vizinho. Ainda de acordo com Silva et al., 2012, as séries temporais de precipitação e do número de dias de chuva na região Nordeste do Brasil, encontraram semelhantemente maiores valores de coeficiente de variação associados aos menores valores de precipitação e do número de dias chuvosos, ou seja, a variabilidade da precipitação é maior no período seco do que no período chuvoso, que apresentou valores de 11 a 21%. Essa característica permite entender

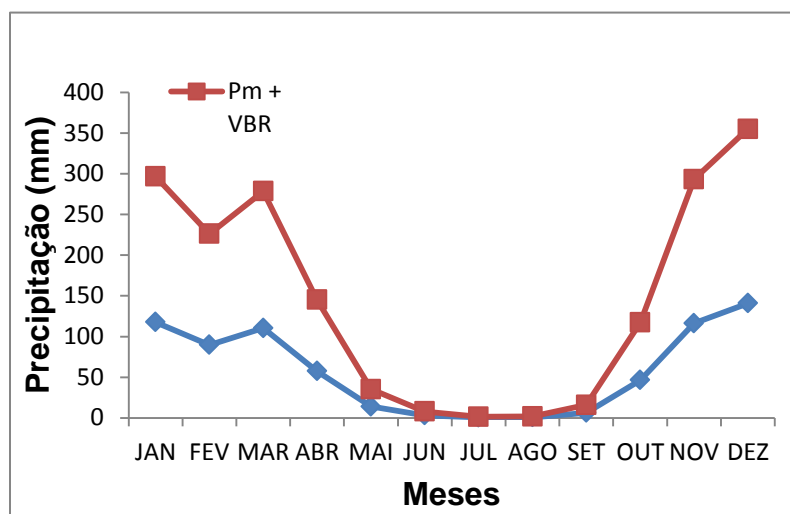
que a informação sobre a dispersão ao longo dos meses oferece informação importante para o planejamento que envolva os recursos hídricos de demanda pluvial.

A variabilidade da precipitação na região Nordeste do Brasil exerce forte influência na agricultura de sequeiro, que também é afetada pelas temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação registradas na parte semiárida (SILVA et al., 2006). Apesar dos grandes avanços, durante os últimos anos, a atividade agrícola e o rendimento das colheitas dependem da ocorrência de precipitação pluvial (ROSSETI, 2000). Se esta ocorrer irregularmente, a produção poderá ficar comprometida. Relacionados com as datas de início e fim da estação chuvosa, e com a variação de períodos secos e chuvosos na estação de crescimento, estas informações são muito úteis no planejamento de várias atividades agrônômicas, tais como a definição da data de plantio e colheita e estabelecimento de um calendário agrícola, podendo contribuir para reduzir os riscos de déficit de água para cultura durante o ciclo fenológico.

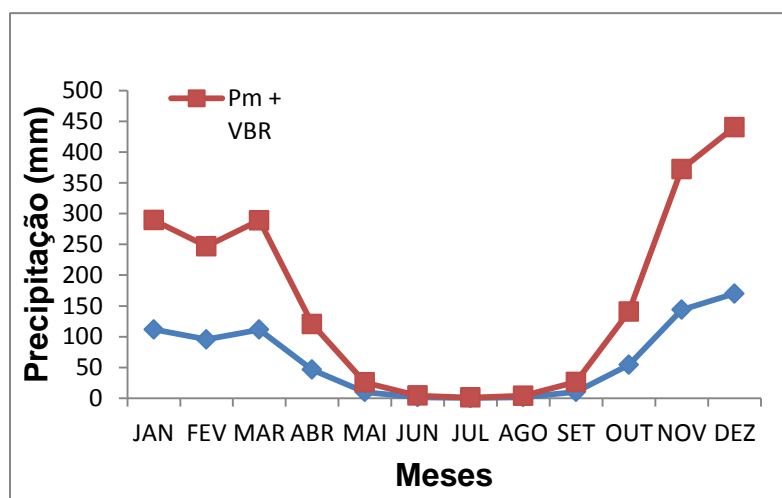
Com relação à variabilidade relativa temporal anual da precipitação, analisada por meio da Variabilidade Relativa de Biel (VRB), observou-se uma sazonalidade nas três microrregiões, respectivamente a microrregião de Barreiras; Cotegipe e Santa Maria da Vitória. (Figuras 4, 5 e 6).



**Figura 4.** Distribuição média da precipitação da microrregião de Barreiras ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel



**Figura 5.** Distribuição média da precipitação da microrregião de Cotegipe ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel



**Figura 6.** Distribuição média da precipitação da microrregião de Santa Maria da Vitória ao longo do ano, de acordo com a variabilidade relativa de Biel

Essa sazonalidade é caracterizada por uma estação chuvosa, de outubro a abril, com os índices mais elevados no trimestre novembro-dezembro-janeiro, e uma estação seca que inicia-se em maio e estende-se até setembro, apresentando os menores índices pluviométricos no trimestre junho-julho-agosto, comportamento este que se repetiu nos 30 anos da série. De acordo com Silva et., al (2005), a variabilidade intra e inter anual na precipitação é provocada por diferentes sistemas atmosféricos que atuam na região Nordeste, sobretudo no Oeste da Bahia,

destacando-se os Vórtices Ciclônicos em Ar Superior, Distúrbios Ondulatórios de Leste, Zona de Convergência do Atlântico Sul e os Sistemas Frontais.

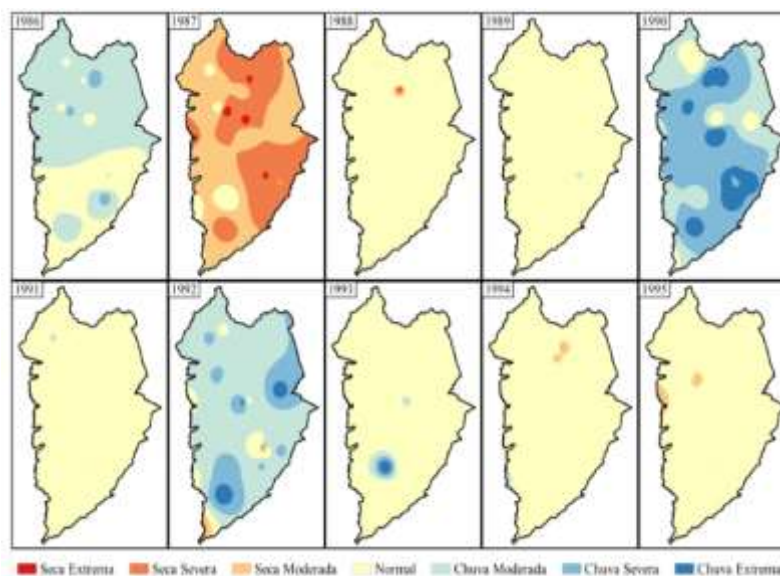
Analisando estação chuvosa, há possibilidade de deficiência hídrica devido tanto à ocorrência de veranicos prolongados, o qual vem provocando em maior ou menor grau o comprometimento das culturas na região, dependendo da frequência e duração com que ocorrem, bem como as variações interanuais, que exercem forte influência nas culturas em sistemas de sequeiro, sendo altamente dependente das interações entre suas fases fenológicas. A prática de irrigação nesses casos é considerada uma alternativa eficaz tanto para produção em épocas de seca, quanto para suplementação da época de chuvas.

De acordo com Farias et al., (2000), no caso da soja, a temperatura do ar e a precipitação agem sobre os processos de desenvolvimento da cultura. Uma estiagem durante o período 2 reprodutivo (floração - enchimento de grãos - maturação) provoca uma redução na produtividade, devido ao maior abortamento de flores, reduzindo o período de florescimento, número de grãos, período de enchimento de grãos e conseqüentemente redução da qualidade dos grãos.

Identifica-se também que a média de precipitação na estação seca mostrou-se baixa, sendo então necessária a adoção de manejo diferenciado com o objetivo de atender às necessidades hídricas da(s) cultura(s). Por isso a adoção da irrigação, representa uma garantia de produção, possibilita a obtenção de índices superiores de produtividade e muitas vezes em épocas de entressafra. Segundo FERNANDEZ e GARRIDO (2002), considera-se água para a agricultura irrigada o volume desse recurso natural que não é suprido naturalmente por meio de chuvas, necessário à aplicação artificial aos cultivos, de forma a otimizar o seu desenvolvimento biológico.

Não devendo ser uma prática isolada, a irrigação deve estar sempre acompanhada de práticas como: escolha de variedades produtivas uso de sementes selecionadas, adubação em níveis e épocas apropriadas e controle adequado de pragas e doenças. No caso em estudo, para os meses de maio a setembro, período de insuficiência pluviométrica, sugere-se a necessidade de aplicação irrigações baseada em lâminas totais, em que toda a água necessária para atender a demanda hídrica das culturas é aplicada via irrigação.

Para a análise dos resultados do SPI 3, a espacialização foi dividida em 3 décadas. A primeira década, de 1986 a 1995, (Figura 7), destaca-se os anos de 1988; 1989; 1991, 1993, 1994 e 1995, onde quase 100% da área da região, houve uma predominância na classe normal de chuva.



**Figura 7.** Espacialização dos anos de 1986 a 1995

Confrontado com os registros de ocorrência do El Niño Oscilação Sul (ENOS), que é visto como um agente de anomalias climáticas em todo globo terrestre, principalmente, na precipitação, houve registro deste fenômeno, apenas no ano de 1988 e 1995, por outro lado, a precipitação média em 1988 foi de 174,65 mm, ou seja, não ocorreu situação anormal na precipitação deste ano, indicando a não influencia do ENOS, ao contrário do ano de 1995, que apresentou 137,23 mm, ocorrendo uma diminuição de precipitação tendo em vista a presença do El Niño mais significativa que o ano anterior. Foi identificado a ocorrência do La Niña apenas no ano de 1989, porém a precipitação se mostrou normal, com 163,00 mm, ou seja, não influenciou na região. Nos anos 1991, 1993 e 1994, pode-se verificar a ocorrência de neutralidade, que se caracteriza pela não ocorrência do El Niño ou La Niña, confirmando com os resultados médios de precipitação, (Tabela 5), em que registraram 148,97; 171,49; 168,49 mm respectivamente.

**Tabela 5.** Média do trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF), para os anos de 1986 a 2015

<b>ANO</b>	<b>ENOS do trimestre DJF</b>	<b>Média do trimestre</b>
1986	-0.5	214,38
1987	1.2	99,71
1988	0.8	174,65
1989	-1.7	163,00
1990	0.1	248,26
1991	0.4	148,97
1992	1.7	249,52
1993	0.1	171,49
1994	0.1	168,49
1995	1	137,23
1996	-0.9	113,57
1997	-0.5	137,77
1998	2.2	160,16
1999	-1.5	160,86
2000	-1.7	200,93
2001	-0.7	141,04
2002	-0.1	160,43
2003	0.9	188,07
2004	0.4	234,38
2005	0.6	178,30
2006	-0.8	138,74
2007	0.7	174,02
2008	-1.6	138,84
2009	-0.8	150,79
2010	1.5	121,53
2011	-1.4	162,39
2012	-0.8	145,05
2013	-0.4	109,44
2014	-0.4	144,59
2015	0.6	116,14

O fenômeno “El Niño” é caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do oceano pacífico, combinado com alterações nos campos de pressão na direção Leste-Oeste. Essas variações nos campos de pressão é denominada Oscilação Sul (OS) e influenciam diretamente na circulação geral da atmosfera (CGA), causando alterações climáticas por diversos locais do planeta. O fenômeno apresenta duas fases, uma quente, denominada “El Niño” e uma fria, denominada “La Niña”, que

ocorrem com uma frequência variável de 3 a 7 anos e sua duração fica de 6 a 18 meses. As anomalias na temperatura do oceano variam de 1°C a 6°C acima da média térmica, que é 23°C. (MENDONÇA e DANNI OLIVEIRA, 2007, OLIVEIRA, 1999, MOLION e ANDRADE, 2003). De acordo com Ambrizzi et al., (2004), em termos físicos, mudanças na temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico tropical que se manifestam com os extremos em casos de El Niño-Oscilação Sul (ENOS) podem afetar precipitação sobre o NEB, inclusive no Oeste da Bahia, através de mudanças na circulação Walker orientada zonalmente.

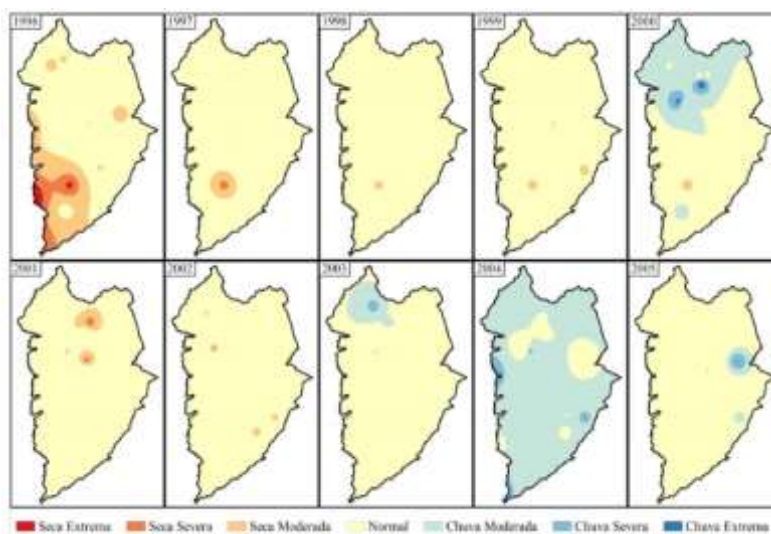
Na fase negativa deste fenômeno, tanto a Amazônia como o Nordeste do Brasil, ocorre uma inibição de convecção e conseqüentemente diminuição de precipitação. Por este motivo pode-se explicar a ocorrência de secas no ano de 1987, de intensidade moderada a severa, com valores médios de precipitação de 99,71 mm, concentrada ao norte, nos municípios de Formosa do Rio Preto, Santa Rita de Cassia e Riachão das Neves, e sudoeste da região, envolvendo também os municípios de Serra Dourada, Santana, Canápolis, São Feliz do Coribe, Coribe, avançando até a parte central da região Oeste, e no município de Jaborandi.

Para os anos 1986, 1990, e 1992, observa-se a ocorrência de chuvas em escala moderada a extrema, e nota-se, segundo a tabela 5, uma neutralidade nos dois primeiros anos, porém em 1992 houve o fenômeno El Niño, divergindo da ocorrência de chuvas que aconteceram em praticamente 100% da região, com média de precipitação de 249,52 mm, sendo esse o ano que apresentou os maiores volumes de chuvas, e com isso pode-se afirmar, a não influência do ENOS neste período.

Na segunda década (Figura 8), observa-se, em 1996, uma seca de intensidade moderada a extrema apenas na porção sudoeste e sul, com valores médios de precipitação de 113,57mm. Neste ano a ocorrência do La Niña não influencia o regime de chuva na região em sua totalidade espacial. Os anos de 1998, 2003 e 2005 também foram identificados com o El Niño, porém a espacialização mostrou a ocorrência de chuvas dentro da normalidade, com 160,16 mm para 1998, e ainda mais acentuada com 188,07 mm (2003) e 178,30 mm (2005), confirmando que estes anos não foram influenciados pelo El Niño.

Nos anos de 1999, 2000, e 2001 os dados mostram a ocorrência do La Niña, e explica o trimestre DJF chuvoso, abrangendo 100% da região, onde as chuvas ocorreram em classe normal, diferentemente do ano 2000, que ocorreram em escala severa apenas na porção norte, e em 2001 também observa-se pontos isolados de ocorrência de seca, porém sem maior proporção, de forma que a média de precipitação registrada foi de 160,86 mm, 200,93 mm e 141,04 mm, respectivamente.

Nos anos 1997, 2002 e 2004 (neutralidade), as chuvas ocorreram dentro da classe normal, exceto em 2004, que teve uma maior abrangência e em escala severa, registrando precipitação média de 234,38mm, relativamente acima dos anos anteriores, com 137,77 e 160,43 mm respectivamente.



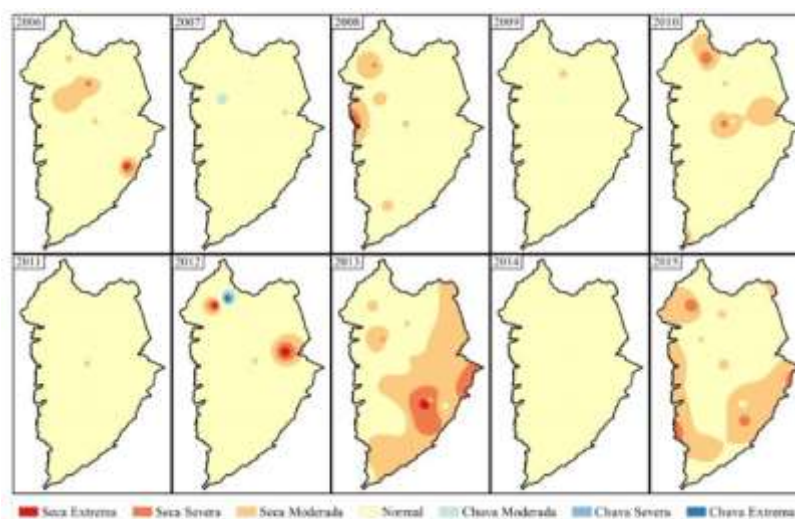
**Figura 8.** Espacialização do SPI 3 para os anos de 1996 a 2005

Na terceira década (Figura 9), observa-se a predominância de precipitação dentro da classe normal nos anos de 2007, 2009, 2011 e 2014, ao lado da ocorrência dos eventos de secas nos anos de 2006, 2008, 2010 e 2012, que aconteceram em sua maioria em pontos isolados da região, desde o norte, oeste, e leste, de intensidade moderada a severa. Considerando a ocorrência do El Niño, este fenômeno aconteceu em 2007, 2010 e 2015, apresentando média de precipitação, de 174,02 e 121,53 mm respectivamente, e o ano de 2015 que apresentou a mais baixa, com 116,14 mm, justificado pela influência do El Niño.

Apesar de observado a ocorrência do La Niña nos anos 2006, 2008, 2009, 2011 e 2012, este influenciou as precipitações apenas no ano de 2011, com a maior média de precipitação, com 162,39 mm.

Os anos de 2013 e 2014, marcados pela neutralidade, segundo a espacialização, em 2013 as secas se distribuíram em uma maior área da região, com intensidade moderada a severa, avançando desde a porção leste até a parte central, e com registro de precipitação de 109,44, valor este que converge com a ocorrência de neutralidade, ao contrário do ano de 2014, com média de precipitação de 144,59 mm.

De forma geral a chuva no Nordeste do Brasil (NEB), onde está inserida a região Oeste da Bahia é marcada por uma forte variabilidade interanual, parte da qual tem sido atribuída ao El Niño-Oscilação Sul (ENOS), enquanto outros eventos de seca são devidos a uma posição anormalmente mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o setor do Atlântico, devido a um Oceano Atlântico Tropical Norte mais quente (MOURA e SHUKLA 1981; HASTENRATH, 1990; HASTENRATH, 2012; ANDREOLI et al., 2012; NOBRE e SHUKLA 1996; e MARENGO et al., 2013).

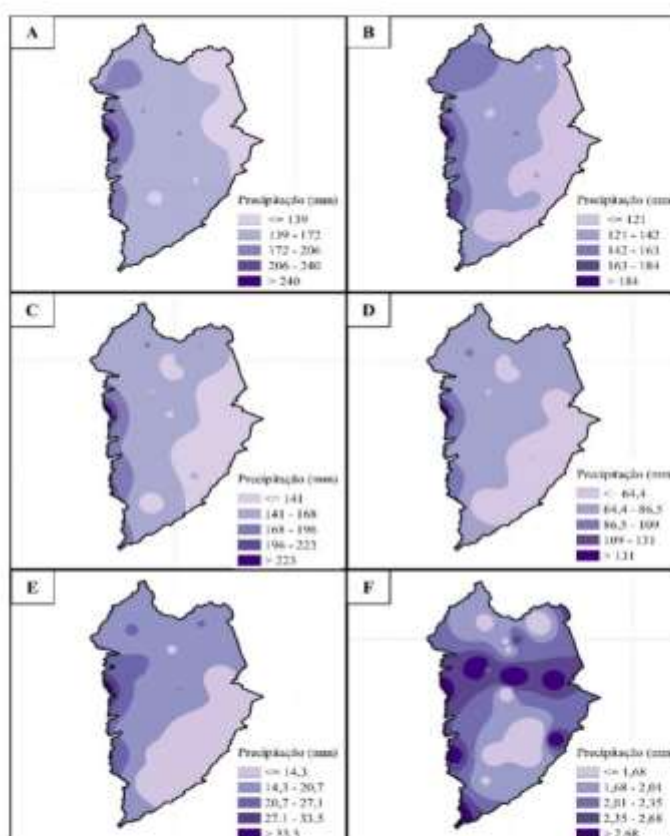


**Figura 9.** Espacialização do SPI 3 para os anos de 2006 a 2015

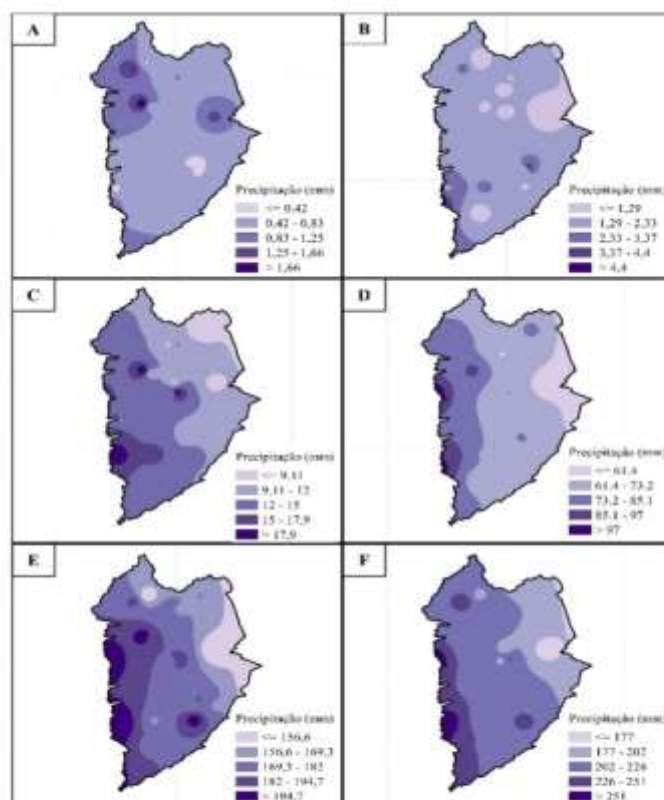
A partir dos resultados da espacialização da precipitação mensal pode-se observar como as chuvas se distribuem na região Oeste da Bahia. Para o primeiro

semestre, de janeiro a junho, na (Figura 10), de A a F, os valores variaram de 240 a 1,68 mm, respectivamente. Abrangendo uma área maior na extremidade a oeste, avançando em direção ao leste da região. Do mesmo modo, no segundo semestre, de julho a dezembro (Figura 11a a 11f), as precipitações médias mensais variaram de 0,42 a 251 mm respectivamente, também seguindo a mesma direção, do Oeste a Leste da região.

Analisando o trimestre chuvoso dezembro-janeiro-fevereiro, nota-se que a maior precipitação mensal ocorre em dezembro, e a menor precipitação em fevereiro. Com isso, há uma similaridade com os valores da Variabilidade relativa de Biel (VRB), comprovando as duas estações bem distintas nessa região, sendo uma chuvosa e outra seca. O período da estação chuvosa concentra-se entre outubro e abril, sendo o restante do ano praticamente livre de eventos de chuva.



**Figura 10.** Espacialização da precipitação dos meses de janeiro (a); fevereiro (b); março (c); abril (d); maio (e); e junho (f).



**Figura 11.** Espacialização da precipitação dos meses de julho (a); agosto (b); setembro (c); outubro (d); novembro (e); e dezembro (f).

Ainda de acordo com Silva et al (2006), os maiores valores da precipitação pluvial ocorrem nos meses de novembro a março e são suficientes para satisfazer as necessidades hídricas das culturas, considerando-se apenas a demanda atmosférica neste período. Segundo Botelho e Moraes (1999), o conhecimento do comportamento das precipitações pode fornecer subsídio para determinar períodos críticos predominantes na região, tendo-se condições de fornecer informações que visem a reduzir as consequências causadas pelas flutuações de chuva e secas.

Como a chuva é um elemento climático que pode variar espacialmente intra e inter anual, bem como por meio da ocorrência de fenômenos como o El Niño e o La Niña faz-se necessária a adoção de manejo diferenciado com o objetivo de atender às necessidades hídricas de determinada cultura.

## 5 CONCLUSÃO

A região Oeste da Bahia apresenta-se grande variabilidade de regime pluviométrico ao longo do ano, com destaque para o período seco (de 12 a 15 mm) e compreendem os meses de Maio a Setembro;

A variabilidade relativa temporal anual da precipitação nas três microrregiões estudadas, Barreiras; Cotegipe e Santa Maria da Vitória, apresenta uma sazonalidade caracterizada por uma estação chuvosa, de outubro a abril, com os índices mais elevados no trimestre novembro-dezembro-janeiro, e uma estação seca que inicia-se em maio e estende-se até setembro, apresentando os menores índices pluviométricos no trimestre junho-julho-agosto;

A espacialização do SPI 3 DJF, dentro do período de 1986 a 2015, destaca uma predominância na classe normal de chuva na primeira década. A segunda década também foi marcada pela maioria dos anos apresentando predominância na classe normal de chuva (1997, 1998, 1999, 2001, 2002 e 2005);

Os maiores volumes de chuvas se distribuem espacialmente do extremo oeste à parte central da região, considerando que grande parte da ocorrência dessas chuvas foram devido o fenômeno La Niña, responsável por anos considerados normais, chuvosos ou muito chuvosos na região;

As ocorrências de secas, a saber, anos secos ou muito secos (segundo o SPI), no Oeste da Bahia podem ser atribuídas ao fenômeno El Niño.

## 6 REFERENCIAS

ADGER, W. Social and ecological resilience: Are they related? **Progress in Human Geography**. v.24, 347-364. 2000. Disponível em:

<[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-389X2014000400011](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2014000400011)> Acesso: 06 Abril. 2017.

ALMEIDA, R. P. O.; SÁNCHEZ, L. E.; Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.47-54, 2005. Disponível em:< <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/Download/13101/pdf>> Acesso: 02 Março. 2017.

AMBRIZZI, T. SOUZA, E. B.; PULWARTY, R. S. The Hadley and Walker regional circulations and associated ENSO impacts on the South American seasonal rainfall. In: Diaz HF; Bradley RS. (eds). *The Hadley Circulation: Present, Past and Future*. **Kluwer**, Dordrecht, 21, pp 203-235. 2004.

ANDRADE, M. APARECIDO, R. **Variabilidade da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ivaí- Paraná**. 99 f. 2003. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003. Disponível em: <<http://sites.uem.br/pge/documentos-para-publicacao/dissertacoes-1/dissertacoes-2003-pdfs/AparecidoRibeiroAndrade.pdf>> Acesso: 21 denovembro de 2017.

ANDREOLI, R. S. F; KAYANO, M.T, CANDIDO, L. A. Seasonal anomalous rainfall in the central and eastern Amazon and associated anomalous oceanic and atmospheric patterns. **Int J Climatol** v.32, n.8, p.1193–1205. 2012.

BARRETO, D. M.; **Panorama ambiental do cerrado no oeste baiano**. Bioeste-Slowfood. Disponível em:<<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/verNoticia.php?codigo=1851&acao=exibir>> Acesso: 11 Março. 2017.

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

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

BITTENCOURT et al., (2013). **Distribuição espacial da chuva em fazendas de soja e algodão no extremo oeste da Bahia**. Disponível em:<<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/CienciadoSolo/gepag/12.distribuicao-espacial-da-chuva-em-fazendas-de-soja-e-algodao-no-extremo-oeste-da-bahia.pdf>> Acesso: 21 Julho 2017.

BRUNINI, O. et al. O uso do SPI para avaliação dos períodos de seca no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 3., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n.], v.1, p. 251-252, 2001. Disponível em:< [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)>

net/publication/274082609\_Avaliacao\_da\_ocorrencia\_de\_secas\_na\_Bahia\_utilizand  
o\_o\_Indice\_de\_recipitacao\_Padronizada\_SPI>Acesso: 13 Março. 2017.

BOYD, B., QUEVILLON, R. P. e ENGDAHL, R. M. **Working with rural and diverse communities after disasters**. In P. Dass-Brailsford (Ed.), *Crisis and disaster counseling: Lessons learned from hurricane Katrina and other disasters* (pp. 149-163). Los Angeles, CA: Sage. 2010. Disponível em: < [http://pepsic.bvsalud.org/SciELO.php?script=sci\\_arttextepid=S1413-389X2014000400011](http://pepsic.bvsalud.org/SciELO.php?script=sci_arttextepid=S1413-389X2014000400011) > Acesso: 06 Abril. 2017.

BOTELHO, V. A. V. A.; MORAIS, A. R. Estimativas dos parâmetros da distribuição gama de dados pluviométricos no município de Lavras, Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 697-706, jul./set. 1999.

FAGERIA, N.K. **Maximizing crop yields**. New York: Marcel Dekker. 1992.

FARIAS, J. R. B. et al. Ecofisiologia. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **A cultura de soja no Brasil**. Londrina, Embrapa Soja, 2000, CD-ROM.

FERNANDES et al. **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás :Embrapa Arroz e Feijão, 48 p. 2009. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 244).

FERNANDEZ, J. C. e GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador:EDUFBA, 2002. Disponível em: <<http://www.iica.org.br/Docs/Publicacoes/PublicacoesIIICA/CristinaCosta.pdf>>Acesso em: 28 Outubro 2017.

FRANKE, A. E. Necessidade de irrigação suplementar em soja nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio e Missões, RS. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v.35 n.8 Brasília, Agosto. 2000.

FREITAS, M.A. de S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas. **Revista Tecnologia**, p.84-95, 2005. Suplemento. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8239>>Acesso:11 Março.2017.

FISCHER, G. R.; DINIZ, G.B.; MARQUES, J.R.Q. Previsão do número de dias de chuva para a metade do Sul do Rio Grande do Sul utilizando a temperatura da superfície do mar (TSM), **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.2, 143-151, 2008.

HAYES, M. J. et al. Monitoring the 1996 Drought using the tandardized Precipitation Index. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.80, n.3, p.429-438, 1999. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n10/v14n10a07](http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n10/v14n10a07)>Acesso em: 17 Fevereiro. 2017.

HASTENRATH, S. Prediction of Northeast Brazil rainfall anomalies. **Journal of Climate** v.3, p.893–904.1990.

HASTENRATH, S. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climatic Change**, v.112, p.243-251. 2012.

HEIM, R.R. A review of twentieth-century drought indices used in the United States. **Bulletin of the American Meteorology Society**, v.83, p.1149-1163, 2002. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8239>> Acesso: 11 Março.2017.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.103, p.137-157, 2000. Disponível em:< [www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia\\_dos\\_cultivos.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf)>Acesso: 08 Março. 2017.

KUSS, R. C. R. **Populações de plantas e estratégias de irrigação na cultura da soja**. Dissertação de Mestrado/Universidade Federal de Santa Maria – Área de Concentração em Engenharia de Água e Solo. Santa Maria – RS, 2006.

MONTEIRO, J.E.B.A et al. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola / organizador José Eduardo B. A. Monteiro - Brasília, DF: INMET, 530 p.: il. 2009.**

MOURA, A.D, SHUKLA, J. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal Atmospheric Science**, v.3, p.2653-2673. 1981.

MACEDO, M. J. H. et al. Análise do Índice Padronizado de Precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambi-Água**. Taubaté, v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.

MANOSSO, F. C. A produtividade da soja, trigo e milho e suas relações com a precipitação pluviométrica no município de Apucarana-PR no período de 1968 a 2002. **Revista de Departamento Geociências** v. 14, n1, jan/jun. 2005.

MARENGO J. A. et al. Two Contrasting Severe Seasonal Extremes in Tropical South America in 2012: Flood in Amazonia and Drought in Northeast Brazil. **Journal of Climate**, v.26, p.9137-9154. 2013.

MENDONÇA, F; OLIVEIRA, D; MORESCO, I. Climatologia, noções básicas e climas do Brasil, **Oficina de Textos**, São Paulo, 2007.

NASCIMENTO, F.C. A. et al. Caracterização de Eventos Secos e Chuvosos na Microrregião de Imperatriz-MA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.8, n.2 325-333. 2015. Disponível em: < <https://periodicos.ufpe.br/revistas/geografiafisica/article/view/12870/15643>> Acesso: 10 Março. 2017.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v.9, p.2464–2479. 1996.

NOU, E. A. V.; COSTA, N. L. D. A. **Diagnóstico da qualidade ambiental da bacia do rio São Francisco. Sub-bacias do Oeste Baiano e Sobradinho**. Rio de Janeiro: IBGE, 111 p. (Série Estudos e Pesquisas em Geociências, 2.). 1994. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/16825>>Acesso: 02 Março.2017.

OLIVEIRA, G. S. O El Niño e Você: O Fenômeno Climático. São José dos Campos: **Transtec Editorial**, 116 p. 1999.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Zoneamento de risco climático para a cultura do café Conilon no Estado do Espírito Santo. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 41, n. 3, p. 341-348, jul-set, 2010. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-66902010000300004&lng=en&rm=iso&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902010000300004&lng=en&rm=iso&lng=pt)> Acesso: 6 de abril de 2017.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia – fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Ed. Agropecuária. 478p. 2002. Disponível em:< [www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia\\_dos\\_cultivos.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf) Acesso: 08 Março. 2017.

PETR, J. **Weather and yield**. Amsterdam: Elsevier. 288p. 1991. Disponível em: <[www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia\\_dos\\_cultivos.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/css/content/home/publicacoes/agrometeorologia_dos_cultivos.pdf)> Acesso: 08 Março. 2017.

PINHO, S.A. et al. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI. **Panorama da migração dos municípios baianos em 1995-2000**. Salvador: SEI, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n3/a07v21n3.pdf>> Acesso em: 04 Março. 2017.

QUIRING, S.M. Developing objective operational definitions for monitoring drought. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v.48, p.1217-1229, 2009a. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8239>> Acesso: 11 Março.2017.

REDMOND, K.T. The depiction of drought: a commentary. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.83, p.1143-1147, 2002. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8239>> Acesso: 11 Março.2017.

ROSSETI, L. A. Agricultural zoning: asseming the risks of agriculture and providing trustworthy pointers for sustainable regional developement. In: Workshop Making Sustainable Regional Development Visible, **Proceedings...**, Áustria, p. 13-15, 2000. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v27n2/a05v27n2>> Acesso: 17 Julho 2017. <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25408/17040>> Acesso: 17 Julho 2017.

SANTOS, F. A. S.; ANJOS, R. J. Utilização do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) no monitoramento da seca no estado de Pernambuco. In: Congresso brasileiro de agrometeorologia, 12., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2001. p.121-122. Disponível em:< [https://www.researchgate.net/profile/Wilton\\_Aguiar/publication](https://www.researchgate.net/profile/Wilton_Aguiar/publication)

/274082609\_Avaliacao\_da\_ocorrenda\_de\_secas\_na\_Bahia\_utilizando\_o\_Indice\_de\_Precipitacao\_Padronizada\_SPI/links/5515a10d0cf2b5d6a0eaa7d6/Avaliacao-da-ocorrenda-de-secas-na-Bahia-utilizando-o-Indice-de-Precipitacao-Padronizada-SPI.pdf> Acesso: 13 Março.2017.

SALAS, J.D.; et al. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.131, p.383-393, 2005. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/8239>> Acesso: 11 Março.2017.

SILVEIRA, S. C. R. **Índices de seca agrícola e meteorológica para algumas localidades no estado do Rio Grande do Sul**. 2016. 102f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/3223/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O.pdf>> Acesso: 10 abril. 2017.

SILVA S. F. et al. A variabilidade temporal de eventos de seca, assim como suas categorias no estado da Bahia. **Bahia análise e dados**, Salvador, v. 23, n. 2, p.461-473.2013. Disponível em: em:<<http://flip.atarde.com.br/especiais/SEI/AeD/2011/23/2/files/assets/basic-html/page187.html>> Acesso: 15 Abril. 2017.

SILVA, M. A. V.; SANTANA, C. C. Análise da variabilidade da precipitação na região de Barreiras. In: Semana Científica do DCH Campus IX: Formação Profissional e Trabalho: Saberes e Sentidos e Simpósio Internacional Educação, Sociedade e Trabalho, 3 e 1. **Anais...** 2016, Barreiras.

SILVA, M.A.V; et al. **Parâmetros do balanço hídrico climático para fins de irrigação no oeste baiano**. 2006. Disponível em:< <http://www.cbmet.com/cbm-files/14-cdfbf63918d98d7c9ee2f08351dad9a.pdf>> Acesso: 18 Julho 2017.

SILVA, V.P.R. et al.; SOUSA, F.S.S.; CAVALCANTI, E.P.; SOUZA, E.P.; SILVA, B.B. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, v.68, n.7, p.781-792, 2006. Disponível em:< <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v27n2/a05v27n2.pdf>>Acesso: 17 Julho 2017.

SILVA, R. et al, Avaliação de interpoladores para a espacialização de variáveis climáticas na bacia do rio Itapemirim - ES. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Resumos...**São José dos Campos: INPE, p.3.141-3.146. 2007.

SILVA V. P. R, et al. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.131-138. 2011. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v18n4/v18n4a8.pdf>> Acesso:25 Julho 2017.

SILVA, V. P. R. et al. Estudo da variabilidade anual e intra-anual da precipitação na região nordeste do brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.2, 163 - 172,

2012. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v18n4/v18n4a8.pdf>> Acesso:25 Julho 2017.

SILVA, V.P.R. et al. Desenvolvimento de um sistema de estimativa da evapotranspiração de referência. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.547-553, 2005.  
<<http://www.floram.org/files/v18n4/v18n4a8.pdf>> Acesso:25 Julho 2017.

TANAJURA, C. A. S.; GENZ, F.; ARAÚJO, H. A. Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: validação da simulação do clima presente do HADRM3P e comparação com os cenários A2 e B2 para 2070 e 2100. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, 345-358, 2010.

VIOLA M. R, MELLO C. R, PINTO D. B. F, MELLO J. M, Ávila LF. Métodos de interpolação espacial para o mapeamento da precipitação pluvial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.9, p.970-978. 2010. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v18n4/v18n4a8.pdf>> Acesso:25 Julho 2017.