

BRUNA MARTINS DE LIMA

**CARACTERIZAÇÃO DA SECA E INFLUÊNCIA DO
SUPER EL NIÑO PARA O ESTADO DO MATO
GROSSO**

Dissertação de Mestrado

ALTA FLORESTA-MT

2019

	BRUNA MARTINS DE LIMA	Diss. MESTRADO	PPGbioAgro 2019



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E
AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIODIVERSIDADE E AGROECOSSISTEMAS
AMAZÔNICOS



BRUNA MARTINS DE LIMA

CARACTERIZAÇÃO DA SECA E INFLUÊNCIA DO
SUPER EL NIÑO PARA O ESTADO DO MATO
GROSSO

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos.

Orientador Prof. Dr. Rivanildo Dallacort
Coorientador Prof. Dr. Carlos Antonio da Silva Junior

ALTA FLORESTA-MT

2019

**AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO, CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

Catálogo na publicação

Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

L732c LIMA, Bruna Martins de
Caracterização da Seca e Influência do Super El Niño para o
Estado do Mato Grosso / Bruna Martins de Lima – Alta Floresta,
2019.

62 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)

Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Acadêmico) Biodiversidade e Agroecossistemas
Amazônicos, Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias,
Câmpus de Alta Floresta, Universidade do Estado de Mato
Grosso, 2019.

Orientador: Dr. Rivanildo Dallacort Coorientador.

Coorientador: Dr. Carlos Antonio da Silva Junior.

1. Seca. 2. Super El Niño. 3. Precipitação. I. Bruna Martins de
Lima. II. Caracterização da Seca e Influência do Super El Niño
para o Estado do Mato Grosso

CDU 502.5(817.2)

Pagina de aprovação assinada

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais (Reginaldo Franco de Lima e Sara Martins Domingues de Lima), aos meus irmãos (Matheus Otoniel Franco de Lima e Suzana Martins de Lima), aos meus sobrinhos (Hiago Lourenzzo Martins Schlosser de Oliveira e Otávio Martins de Oliveira), as minhas amigas (Aline Bueno Ramalho, Heloisa Helena Cavalini Soares da Silva, Larissa Antônia Colpo e Laura Araújo Sanches). A vocês ofereço minha eterna gratidão, respeito e total admiração.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço nosso Deus, por tudo de maravilhoso que tem proporcionado em minha vida e por nunca me faltar esperança, fé e força para concretizar mais este objetivo.

Aos meus pais, Sara Martins Domingues de Lima e Reginaldo Franco de Lima, pelo apoio, amor e compreensão em todos os momentos de dificuldade, e ao meu sobrinho Hiago Lourenzzo pelo amor e carinho.

Aos meus amigos, tanto os velhos quanto os novos que conquistei durante esta experiência (Alexander Webber Perlandim Ramos, Aline Bueno Ramalho, Ariel Heinen, Camila Souza da Silva, Grazielle Martinez da Silva, Guilherme Souza Rezende, Heloisa Helena Cavalini Soares da Silva, Juliana Garlet, Larissa Antônia Colpo, Laura Araújo Sanches, Mariana Pereira Barboza, Vanessa R. Moraes Dias, Vânia Beatriz Cipriani, Vinicius Alves Andrade de Oliveira). Vocês, com certeza, fizeram essa caminhada muito mais fácil.

Ao Prof. Dr. Rivanildo Dallacort e coorientador Prof. Dr. Carlos Antonio da Silva Junior, pela orientação durante a pós-graduação, pelos ensinamentos, profissionalismo, competência, dedicação, paciência, conselhos e incentivos. Aos professores Dr. Givanildo Gois e Dr. José Francisco de Oliveira Júnior, por toda a disposição em ajudar durante a manipulação dos dados e correções necessárias.

À Universidade do Estado de Mato Grosso e ao Programa de PósGraduação em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos, pela oportunidade de ampliar minha formação e conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, através da concessão da bolsa de estudos.

E todos aqueles familiares e amigos que contribuíram direta e/ou indiretamente para a concretização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1. Distribuição de chuva no estado de Mato Grosso.....	18
2.2. Desastres Naturais e Catástrofes	19
2.3. Conceitos, definições e tipologia da Seca.....	20
2.4. Índices de Secas.....	22
2.5. Influência das Secas no Contexto Socioeconômico.....	23
2.6. O El Niño Oscilação Sul (ENOS)	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Caracterização da área de estudo	26
3.2. Tratamento do banco de dados	27
3.3. Cálculo do SPI	27
3.4. Sistemas de informações geográficas.....	30
3.5. Ocorrência de Super El Niño.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 . Avaliação estatística da chuva no estado de Mato Grosso.....	33
4.2. Análise temporal da chuva no Estado do MT	33
4.2.1. Bioma Amazônia	33
4.2.2. Bioma Cerrado	35
4.2.3. Bioma Pantanal.....	37
4.3. Avaliação temporal do SPI-12.....	38
4.4. Avaliação espacial do índice SPI em anos de Super El Niño.....	46
5. CONCLUSÕES	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados pluviométricos das estações de Mato Grosso com Identificador (ID), Latitude (°), Longitude (°), Altitude (m) e Chuva Média Anual (mm).....	27
Tabela 2. Classificação dos períodos secos e úmidos do SPI.	30
Tabela 3. Dados pluviométricos das estações com Identificador (ID), Média (mm) Desvio Padrão (mm).	33
Tabela 4. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Alta Floresta entre 1979 e 2017.....	39
Tabela 5. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Comodoro entre 1979 e 2017.	40
Tabela 6. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Juara entre 1979 e 2017.	40
Tabela 7. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Juína entre 1979 e 2017.	41
Tabela 8. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Sinop entre 1979 e 2017.....	41
Tabela 9. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Campo Verde entre 1979 e 2017.....	42
Tabela 10. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Cuiabá entre 1979 e 2017.....	43
Tabela 11. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Diamantino entre 1979 e 2017.....	43
Tabela 12. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Paranatinga entre 1979 e 2017.....	44
Tabela 13. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Poxoréu entre 1979 e 2017.....	44
Tabela 14. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Cáceres entre 1979 e 2017.....	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização de Mato Grosso, destacando os biomas e as estações meteorológicas.....	26
Figura 2. Distribuição da chuva acumulada anual (mm) para os municípios de Alta Floresta (a), Comodoro (b), Juara (c), Juína (d) e Sinop (e) entre os anos de 1979 a 2017 no bioma Amazônia.....	34
Figura 3. Distribuição da chuva acumulada anual (mm) dos municípios de Campo Verde (a), Cuiabá (b), Diamantino (c), Paranatinga (d) e Poxoréu (e) entre os anos de 1979 a 2017.....	36
Figura 4. Distribuição da chuva acumulada (mm) do município de Cáceres (a) entre os anos de 1979 a 2017.....	37
Figura 5. Distribuição da ocorrência dos eventos de SPI, entre 1979 e 2017..	39
Figura 6. Variabilidade espacial do índice anual SPI nos anos hidrológicos de 1984 (a) – 1985 (b) 1993 (c) – 1994 (d) – 1997 (e) – 1998 (f) – 1999 (g) – 2000 (h) – 2002 (i) – 2003 (j) – 2007 (k) – 2008 (l) – 2015 (m) – 2016 (n).....	48
Figura 7. Variabilidade espacial do índice anual SPI nos anos hidrológicos de 1984 (a) – 1985 (b) 1993 (c) – 1994 (d) – 1997 (e) – 1998 (f) – 1999 (g) – 2000 (h) – 2002 (i) – 2003 (j) – 2007 (k) – 2008 (l) – 2015 (m) – 2016 (n) estimados via dados de satélite.....	52

RESUMO

LIMA, Bruna Martins de. Universidade do Estado de Mato Grosso, Novembro de 2018. **CARACTERIZAÇÃO DA SECA E INFLUÊNCIA DO SUPER EL NIÑO PARA O ESTADO DO MATO GROSSO**. Orientador: Rivanildo Dallacort. Co-orientador: Carlos Antonio da Silva Junior.

O Mato Grosso é um Estado que apresenta como principal economia as atividades de pecuária e agricultura, a falta de informações históricas relacionadas ao monitoramento de dados meteorológicos (excesso e déficit hídrico), estas informações são cruciais durante as tomadas de medidas que visam aumento na produtividade. A seca é considerada uma anomalia provocada pela alteração do regime hídrico diminuindo os valores de chuva de uma determinada região em uma escala de tempo, pode ser diretamente influenciada pelo modo de variabilidade climática El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Baseado no exposto, o objetivo do estudo é realizar a caracterização da seca no Estado de Mato Grosso em uma série temporal (1979 a 2017) com destaque para os anos de Super El Niño aplicando o índice Standardized Precipitation Index (SPI). Foram utilizados dados de 11 estações meteorológicas, fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e dados via satélite meteorológico, para cálculo da ocorrência dos eventos e grau de intensidade foi utilizado o índice SPI na escala anual, para geoespacialização dos eventos em anos de Super El Niño foi utilizado o interpolador IDW (*Inverse Distance Weight*). O estado de Mato Grosso apresentou uma alta variabilidade na ocorrência da chuva na serie histórica avaliada, como uma alta influencia dos biomas sobre a distribuição das chuvas. Avaliando o SPI observou-se maior ocorrência de eventos na categoria seca (moderadamente seco, muito seco e extremamente seco). A utilização tanto de dados coletados via estação meteorológica a campo, quanto via satélites orbitais apresentaram comportamento cíclico, iniciando o ciclo com maior ocorrência de eventos nas classes úmidas, passando por anos de ocorrência de categorias próximas ao normal, alguns anos nas categorias secas e retornando no final do ciclo com ocorrência de eventos nas categorias úmidas

Palavras-chave: Seca, Super El Niño, Precipitação.

ABSTRACT

LIMA, Bruna Martins de. Universidade do Estado de Mato Grosso, November de 2018. **DRY CHARACTERIZATION AND THE INFLUENCE OF SUPER EL NIÑO TO THE STATE OF MATO GROSSO**. Adviser: Rivanildo Dallacort. Co-adviser: Carlos Antonio da Silva Junior.

Mato Grosso is a state that presents as main economy the activities of livestock and agriculture, the lack of historical information related to the monitoring of meteorological data (excess and water deficit), this information is crucial when taking action to increase productivity. Drought is considered an anomaly caused by the alteration of the water regime decreasing the rainfall values of a given region on a time scale, can be directly influenced by the mode of climatic variability El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Based on the above, the objective of the study is to perform the characterization of drought in the State of Mato Grosso in a time series (1979 to 2017) with highlight to the years of Super El Niño. Data from 11 meteorological stations, provided by INMET (National Meteorological Institute), to calculate the occurrence of events and degree of intensity the Standardized Precipitation Index (SPI) was used in the annual scale, for geospacification of the events in years of Super El Niño was used the interpolator IDW (Inverse Distance Weigth). The state of Mato Grosso presented a high variability in the occurrence of rain in the historical series evaluated, as a high influence of the biomes on the rainfall distribution. Evaluating SPI, it was observed a greater occurrence of events in the dry category (moderately dry, very dry and extremely dry). The use of both data collected via the meteorological station in the field and via orbital satellites presented satisfactory results for the study, orbital satellites presented satisfactory results for the study, being possible to observe a cyclic behavior of SPI-12 in both applied methodologies.

Key-words: Drought, Super El Niño, Precipitation.

1. INTRODUÇÃO

O mercado alimentício tem mostrado que contribui significativamente para o acréscimo da economia brasileira (CONTINI; TALAMINI; VIEIRA JUNIOR, 2013). Na última estimativa do Produto Interno Bruto (PIB) o agronegócio brasileiro contribuiu com 21,6 % no ano de 2017, com isso o país está no *ranking* mundial de produtores de commodities, tendo como principais atividades as produções de café, suco de laranja, cana de açúcar, bovinos, soja, milho entre outros (IMEA, 2019).

Por ser um país com uma extensa área territorial, muitas regiões apresentam déficit de coleta de informações meteorológicas (estações de altitude, convencionais e automáticas), que são cruciais para o auxílio de tomadas de decisões relacionadas a problemas urbanos, rurais e ambientais (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO et al., 2001; TOSTES et al., 2017). Vale ressaltar que boa parte das estações meteorológicas existentes no Brasil está na região costeira.

No estado do Mato Grosso existem inúmeros estudos que possuem como principal objetivo a caracterização do regime pluviométrico da região e, poucos são os estudos que avaliaram a variabilidade pluviométrica. Fietz et al. (2010), avaliaram a probabilidade de eventos de chuvas intensas para o estado de Mato Grosso, como a probabilidade de ocorrência de eventos secos (FIETZ, et al., 2011). O sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas com grande potencial e se baseiam principalmente em tecnologias com baixo custo de operação (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Por ser uma unidade da federação com economia fortemente condicionada pela produção agrícola, as mudanças no regime hídrico influenciam diretamente nas questões socioeconômicas, assim o conhecimento de períodos com falta de chuvas faz-se imprescindível para um melhor desenvolvimento (FIETZ et al., 2011). Dentre as informações meteorológicas, a seca é de extrema importância nos dias atuais, possuindo inúmeras definições (FERNANDES et al., 2009) e sendo dividida pela literatura em quatro categorias: i) meteorológica, ii) agrícola, iii) hidrológica e iv) socioeconômica (MCKEE et al., 1993; GOIS, 2015).

A ausência de informações sobre os efeitos gerados pelas secas interfere na criação de estratégias para mitigação de possíveis danos socioeconômicos que são causados no decorrer dos anos (GOIS, 2005). Para o Estado do Mato Grosso ainda não são encontrados estudos sobre a influência da seca com metodologias que utilizem a aplicação dos índices de seca.

Porem diversos estudos são encontrados em outras localidades do país, principalmente para as regiões costeiras do Brasil sendo as regiões Nordeste, Sul e Sudeste que são locais que sofrem constantemente com os efeitos de secas prolongadas (GOIS, 2005). Tornando-se uma grande preocupação sobre a frequência e intensidade dos eventos é devido a sua capacidade de interferirem nos processos biogeoquímicos devido à escassez de água provocada (PBMC, 2014).

O melhor método para avaliar o fenômeno de seca, quantificar sua severidade e identificar seu início e fim é a aplicação dos índices de seca (FERNANDES et al., 2009). Dentre os índices existentes na literatura, destacam-se: índice de precipitação-*evapotranspiração padronizado* (SPEI - *Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*) (VICENTE-SERRANO; LÓPES-MORENO, 2009), índice de severidade de seca de Palmer (PDSI) (PALMER, 1965), índice de precipitação padronizado (SPI - *Standardized Precipitation Index*) (MCKEE et al., 1993), índice de seca efetiva (EDI) (BYUN; WILHITE, 1999), método dos Decis (MD) (GIBBS; MAHER, 1967), índice de anomalia da chuva (RAI) (ROOY, 1965) e índice de porcentagem normal (IPN) (WILLEKE et al., 1994).

O SPI é um dos índices mais discutidos e aplicados para quantificação dos eventos de seca (BLAIN; BRUNINI 2007). Foi desenvolvido para monitorar eventos e duração da seca em determinadas escalas de tempo, é um índice simples e robusto que utiliza apenas como dado de entrada a chuva média da região avaliada, porém necessita de séries históricas mais prolongadas para apresentar melhores resultado (MCKEE et al., 1993).

Baseando-se em dados de sensoriamento remoto é possível realizar o monitoramento e análise do uso da cobertura do solo, sendo uma metodologia que possibilita classificar o uso da terra e estimar mudanças de

uso assim como uso e ocupação do solo, extração de recursos naturais, estudo das mudanças climáticas entre outras finalidades (COLDITZ et al., 2011; PINHEIRO et al., 2014; MALAGÓN; GOMES; PEREIRA, 2015).

Embora seja crucial a utilização de coleta de dados via estações meteorológicas, as geotecnologias empregando o uso de sensoriamento remoto na coleta de dados via estação orbital tem auxiliado cada vez mais nos estudos voltados ao comportamento do clima (LE; PRICOPE, 2017).

Dentre os fatores que podem afetar o padrão interanual de chuva, cita-se o modo de variabilidade climática, El Niño-Oscilação Sul (ENOS). O ENOS é caracterizado por anomalias positivas (El Niño) ou negativas (La Niña), de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial, que por sua vez afeta o clima regional e global. O ENOS é capaz de alterar os padrões de ventos a nível mundial, seguido de períodos de secas prolongadas ou umidade excessiva em regiões distintas (CPTEC/INPE, 2018).

Existem alguns estudos relacionados ao comportamento do regime hídrico sobre influência do ENOS no Mato Grosso, como, por exemplo, a influência do ENOS no número de dias de chuva (NDC) (OLIVEIRA; MARCUZZO; BARROS, 2015) e avaliação do comportamento anual das chuvas em anos de El Niño e La Niña nas categorias forte e moderado na região de bacias Amazônicas do mesmo estado (SOUZA et al., 2018), dentre outros.

O Mato Grosso apresenta duas estações climáticas bem definidas: a estação chuvosa de outubro a abril e a estação seca, de maio a setembro (SOUZA et al., 2013). Por ser um Estado com economia fortemente influenciada pela agricultura e pecuária, é fundamental o conhecimento de anomalias que alterem o regime hídrico para subsidiar o planejamento e a tomada de decisão em condições de períodos com ocorrência de anos de ENOS (OLIVEIRA; MARCUZZO; BARROS, 2015). Porém, poucos foram os estudos com base na ocorrência de El Niño na categoria Super Forte.

Baseado no exposto, os objetivos deste trabalho são: avaliar o regime hídrico no estado, identificar ocorrências de seca no estado de Mato Grosso entre os anos de 1979 a 2017, com destaque para os anos de Super El

Niño, correlacionando dados obtidos via estação meteorológica e dados orbitais obtidos via satélite.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Distribuição de chuva no estado de Mato Grosso

O estado do Mato Grosso, assim como os demais estados brasileiros, possui peculiaridades biofísicas, como vegetação, relevo e solos, além do posicionamento geográfico, que influenciam diretamente na distribuição pluviométrica (MARCUIZZO; MELO; ROCHA, 2011). A distribuição das chuvas varia de acordo com o ano e a região de ocorrência, são influenciadas principalmente pela topografia do local e o tipo de chuva ocorrido (FIETZ et al., 2010).

Dentre as variáveis do ciclo hidrológico, a precipitação pluvial (chuva) é uma das mais importantes, sendo que o Número de Dias de Chuva (NDC) é um dos condicionantes importantes em estudos relacionados ao clima (MARCUIZZO, OLIVEIRA; CARDOSO, 2013), haja vista que o sucesso das atividades agrícolas está altamente relacionado aos níveis de ocorrência de chuva (SMITH, 2000).

A chuva é por sua vez, um dos fatores limitantes da produção agropecuária, cuja distribuição irregular ocasiona perda parcial ou total das safras, o que afeta o mercado, o emprego e a segurança alimentar (COSTA et al., 2013), portanto, o excesso ou a déficit hídrico pode ser prejudicial à economia do Estado (MARCUIZZO, OLIVEIRA; CARDOSO, 2013).

Os maiores índices pluviométricos do Estado estão distribuídos durante os meses de outubro a março, período de primavera-verão, e os menores entre julho a agosto, período de inverno, abril a setembro são meses de transição entre o período chuvoso e seco (MARCUIZZO; MELO; ROCHA, 2011).

Um exemplo característico da distribuição das chuvas no Estado é o município de Tangará da Serra, que está situado na região do médio norte. Em estudo realizado anteriormente observou-se uma variabilidade temporal anual de chuva de 2.861, 1.404 e 1.830 mm. DALLACORT et al, (2011) analisaram uma série histórica de 38 anos e observaram que os meses de menor registro de chuva são de junho a agosto, com média de 14,56 mm.

No mesmo município, a média de dias chuvosos por ano foi de 78 dias, sendo 1976 o ano que teve menor período chuvoso (57 dias) e o ano com

maior NDC foi o de 1990 (126 dias), com desvio-padrão de 13,7 dias chuvosos (DALLACORT et al., 2011). Avaliando a série histórica anual de 1977 a 2006. Marcuzzo, Oliveira; Cardoso (2013) verificaram que o maior NDC foi no ano 1989 (121 mm) e o menor, em 1993 (89 mm), havendo tendência de decréscimo de NDC na ordem de -7,2% entre os anos avaliados.

Fietz et al. (2010) avaliaram as precipitações máximas com o intuito de determinar a probabilidade de ocorrência de chuvas intensas em Mato Grosso, utilizando séries históricas de no mínimo 15 anos. As chuvas máximas de um dia variaram de 108,8 mm, em Vila Bela da Santíssima Trindade a 220,0 mm, em Santa Rita do Araguaia. O coeficiente de variação (CV, %) da chuva máxima diária oscilou entre 17,1%, no município de Juína, a 40,8%, em Torixoréu.

O comportamento hídrico das chuvas derivado das plantas é influenciado diretamente pelas características peculiares que cada bioma apresenta (SANTANA, CUNIAT, IMANÃ-ENCINAS, 2010). Sendo influenciado por fatores como evapotranspiração e índice de área foliar de cada espécie, assim, cada tipo de floresta contribui de maneira diferente para circulação atmosférica e seu comportamento natural pode ser alterado através de ações antrópica como desmatamento e queimadas realizados (SPOLADOR, SANCHES, COSTA, 2006).

2.2. Desastres Naturais e Catástrofes

Desastres naturais são considerados aqueles eventos concentrados no tempo e no espaço, sendo ocasionado por efeitos instantâneos à comunidade ou ambiente afetado (QUARANTELLI, 1998), como por exemplo, ciclones, terremotos, inundações, tempestades, entre outros (GOIS, 2017).

Catástrofes naturais são aqueles eventos de ocorrência extrema, que podem causar prejuízos socioeconômicos. Estes tipos de eventos necessitam da aplicação de metodologias específicas para identificarem sua magnitude e o impacto gerado (GOIS, 2017). Possui uma escala mais ampla de tempo e espaço, podendo ser mensurada nos aspectos de perda humana, financeira e ecológica (DAUPHINÉ; PROVITOLLO, 2013). Dentre as principais catástrofes naturais estão as secas, os tornados, os furacões, entre outros (GOIS, 2017).

2.3. Conceitos, definições e tipologia da Seca

A seca é caracterizada como uma anomalia climática, sendo classificada em quatro tipos: seca agrícola, meteorológica, hidrológica e socioeconômica, sendo determinados através de análise e monitoramento de uma escala temporal adequados para cada tipo (MCKEE et al., 1993; BLAIN e BRUNINI, 2007).

Geralmente ocorre devido ao atraso da chuva ou chuva abaixo do valor mínimo necessário para manutenção e sobrevivência da vegetação, influenciados naturalmente pela movimentação das massas de ar e correntes marítimas que deslocam massas de águas oceânicas com diferentes temperaturas, como também influenciada pela ação antrópica (desmatamento, emissão de gases do efeito estufa (GEE), etc.). Fatores como baixa capacidade de retenção de água no solo e altas taxas de evapotranspiração também podem contribuir na intensidade dessa anomalia (PAE, 2011).

A seca pode ocorrer em todas as variações de regimes climáticos do planeta, como em qualquer época do ano, sem distinção de classe social (MCKEE et al., 1993; RAMOS, 2010), com variação tanto no tempo quanto no espaço (RAMOS, 2010; ZANG et al., 2013). Para que ocasione falta de água e desequilibre o meio, é necessário um tempo consideravelmente prolongado de sua duração (INMET, 2018).

Uma escala menor que intervalo mensal não é usualmente utilizada, pois não possui informações suficientes para caracterizar este tipo de anomalia (BLAIN & BRUNINI, 2007). Assim, uma escala de tempo prolongada é mais adequada, para que o evento possa ser caracterizado de acordo com a sua gravidade, localização, duração e evolução (OMM, 2016).

A seca geralmente está associada à fenômenos naturais do clima e ações antrópicas (KARAVITIS et al., 2011). Os principais prejuízos gerados estão diretamente ligados à subsistência e vulnerabilidade, com isso gera danos socioeconômicos, bem como doenças e mortes, indiretamente (GASPAR, 2009; GRIGOLETTO et al., 2016). Recentemente a seca tem atingido países do mundo todo como a Rússia na Europa, EUA, México e Brasil na América Latina, além da China, Índia, Austrália e algumas regiões da Ásia e

da África. É considerada então, uma anomalia que afeta regiões extensas como também maior número de pessoas no planeta Terra (OMM, 2016).

Com o aumento das anomalias de chuva e temperatura, alguns estudos científicos de mudanças climáticas baseados em projeções levam a crer que estes eventos tendem a ser rotineiros e com maior intensidade (OMM, 2016). Além de intensificar o processo de desertificação em regiões que apresentem características propícias de terras secas (FAO, 2016) podem causar fome, miséria e êxodo rural (GASPAR, 2009).

Assim, a necessidade de tomada de decisão visando mitigar efeitos futuros ocasionados pelas secas deve ser considerada, de modo a reduzir a vulnerabilidade de possíveis regiões atingidas, seguindo da busca da criação de políticas e estratégias a nível local, regional, nacional e mundial (CANAMARY; MARTINS, 2015).

Como descrito anteriormente no tópico 2.2, a seca é classificada em quatro tipos: i) seca agrícola, ii) meteorológica, iii) hidrológica e iv) socioeconômica (MCKEE et al., 1993; BLAIN & BRUNINI, 2007).

A seca agrícola é caracterizada pela sua influência durante o desenvolvimento do vegetal e é dependente a disponibilidade de água no solo nas zonas radiculares das plantas (BLAIN, 2005; CUNHA, 2008). Geralmente a chuva é reduzida durante um período prolongado comportamento oriundo das secas meteorológicas e hidrológicas, com isso causa a escassez de água no solo (RAMOS, 2010), reduzindo assim, a biomassa vegetal e impactando negativamente na produção agrícola.

Enquanto a seca meteorológica é determinada por eventos em que ocorre redução prolongada da chuva em um dado local. É definida de acordo com seu grau e duração, sendo altamente influenciada pelas condições atmosféricas da região afetada (CUNHA, 2008; RAMOS, 2010).

A Seca hidrológica em condições propícias resulta da insuficiência no abastecimento da água em lagos, reservatórios e lençóis freáticos (reservatórios naturais) (CUNHA, 2008). Sua duração e intensidade são influenciadas pelas ações naturais do clima e alterações antrópicas (RAMOS, 2010).

Todavia, a seca socioeconômica é decorrente dos três tipos anteriores, diz respeito à sua influência direta e indireta sobre as atividades humanas, na economia e sociedade que apresentem uma vulnerabilidade aos seus impactos gerados, acarretando prejuízos tanto financeiros, como sociais e ambientais (CUNHA, 2008).

2.4. Índices de Secas

Desenvolvidos para avaliar/estimar a duração, gravidade e período de ocorrência de eventos de secas. Os índices podem ser aplicados nas mais variadas escalas de tempo e espaço (FERNANDES et al., 2009).

Dentre os diversos índices de secas temos o Percent of Normal (PN) ou índice de porcentagem normal, que é calculado através de dados pluviométricos, geralmente aplicado a uma única região ou estação em diversas escalas de tempo (FERNANDES et al., 2009).

O SPI (*Standardized Precipitation Index*) é estimado a partir da probabilidade da chuva em diferentes escalas de tempo (1, 3, 6, 12, 24 e 48 meses), com isso pode estimar a duração e severidade da seca (MCKKE et al., 1993). Considerado como um índice consistente e de fácil interpretação, além de ser empregado em estudos de diferentes tipos de secas, fazendo com que seja amplamente utilizado (FERNANDES et al., 2009). Definido por McKee et al. (1993), obtido por meio da normalização da chuva mensal a partir de uma função de distribuição de probabilidade, buscando quantificar o déficit ou excesso de chuva em diferentes escalas de tempo.

A realização do cálculo dá-se a partir do acumulado total dos registros de chuva superior a 20 anos que é ajustada a uma função de distribuição de probabilidade, a qual é transformada em uma função normal de distribuição de probabilidade, com isso ajusta-se assim o valor médio do SPI (Índice de Precipitação Padronizado) de um determinado local e período a zero, segundo metodologia de McKee et al. (1993).

O PDSI (índice de severidade de seca de Palmer), diferentemente dos índices anteriores é utilizado para estimativa de umidade no solo, além dos dados pluviométricos, utiliza dados como evapotranspiração (ET) e *runoff*

(escoamento superficial). Utilizado no monitoramento, frequência, intensidade e duração das secas em uma escala de tempo (PALMER, 1965).

2.5. Influência das Secas no Contexto Socioeconômico

Os efeitos causados pelas secas variam tanto quanto as suas possíveis causas, sendo influenciados de acordo com o contexto socioeconômico e vulnerabilidade da região atingida.

As secas refletem negativamente na agricultura influenciando a segurança alimentar, saúde e bem estar dos seres vivos atingidos. Tal quão outros tipos de bens e serviços como impacto na geração de energia através de sistemas hidrelétricos, que são dependentes do regime hídrico (HAYES et al., 2011).

A região do semiárido brasileiro desde os tempos do Brasil Colônia sofre com problemas oriundos de períodos prolongados de seca (SILVA; SOARES; NÓBREGA, 2016). Com isso, há necessidade de criar políticas públicas voltadas para mitigação dos seus efeitos que são fortemente discutidas ao longo dos anos.

Devido à alta frequência da seca no Nordeste Brasileiro (NEB), inúmeros estudos são desenvolvidos para prever com antecedência sua ocorrência. Alguns registros históricos demonstram que a seca surge em intervalos de dez anos e apresentam durações de três até cinco anos nesta região. Inúmeras foram às estratégias e políticas criadas nessas regiões visando diminuir os efeitos negativos gerados pelas secas (GASPAR, 2009).

Buscando minimizar estes efeitos, houve a criação dos primeiros órgãos e medidas de prevenção com o intuito de tentar combater e resolver estas implicações. Com isto, em 1904 foi criado a Comissão de Estudos e Obras Contra os Efeitos da Seca e Superintendência de Estudos e Obras Contra os Efeitos da Seca, buscando combater a seca. Em 1909, criou-se a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS) elaborando políticas permanentes e projetos para minimizar efeitos de longos períodos de estiagem, que em 1919 passou a ser Instituto Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) e a partir de 1945, passou para Departamento Nacional de Obras Contra as secas (DNOCS). Em 1957, foi criado o Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste (GTND) responsável pela elaboração de um plano de trabalho à favor

da Região Nordeste e em 1959, foi criada então, a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), buscando supervisionar o DNOCS e elaborar projetos de aproveitamento de água (SILVA; SOARES; NÓBREGA, 2016).

Em outras regiões brasileiras, como a Sudeste, também sofrem com a influência das secas, principalmente os grandes centros urbanos, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte. A população destes estados são afetadas diretamente com a crise de disponibilidade hídrica, o que força a elaboração de estratégias que minimizem estas implicações, como sensibilização da população para o uso racional da água (NYS; ENGLE MAGALHÃES, 2016).

No estado do Mato Grosso, estudos sobre o comportamento do clima são cada vez mais frequentes (MOREIRA, 2015). Aliados a estes estudos, o monitoramento da seca auxilia na tomada de decisão, de modo que gere ações de mitigação dos seus efeitos (HAYES et al., 2011).

2.6. O El Niño Oscilação Sul (ENOS)

É um fenômeno climático, causado pela mudança da temperatura entre o oceano e a atmosfera. Ocorre quando as águas do Pacífico próximo ao Equador se aquecem e alteram os padrões de chuva e vento ao redor do mundo, provocando secas em algumas regiões e chuvas fortes em outras. É um evento natural do clima (MARENGO, 2006). Observado pelo comportamento da anormal da TSM (RODRIGUES, 2015).

Assim, o El Niño é caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, podendo afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e influenciando nos regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (CPTEC/INPE, 2016). Devido a essas influências, os El Niño têm sido considerados como influenciadores nos eventos de seca (GASPAR, 2009) e de enchentes, como no caso de enchentes na região Sul e Sudeste do país (ESTIVALLET et al., 2009).

Esse comportamento oceano-atmosférico influencia então os sistemas meteorológicos climáticos, afetando praticamente toda a região do país, considerando os ENOS como fenômenos de grande escala, interferindo

no transporte de calor dos trópicos para latitudes mais altas (RODRIGUES, 2015). Fenômenos com intensidade forte são aqueles onde a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é superior a 1,5°C (CPTEC/INPE, 2016).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O Mato Grosso (Figura 1) possui uma área total de 903.357 km² (IBGE, 2018). O clima do estado é classificado como quente e úmido (“Am”), com particularidades de regime de chuvas de verão na região mais ao norte do e regime de chuvas monçônico e predominantemente úmido (“Aw”) ao sul do Estado (DUBREUIL et al., 2018).

Apresenta duas estações bem definidas, uma seca que ocorre entre os meses de abril a setembro e outra chuvosa de outubro a março. O espaço mato-grossense é dividido em cinco mesorregiões, sendo elas: Norte Mato-Grossense, Nordeste Mato-Grossense, Sudoeste Mato-grossense, Centro Sul Mato-grossense e Sudeste Mato-grossense, são encontrados três biomas, Amazônia, Cerrado e Pantanal (IBGE, 1990).

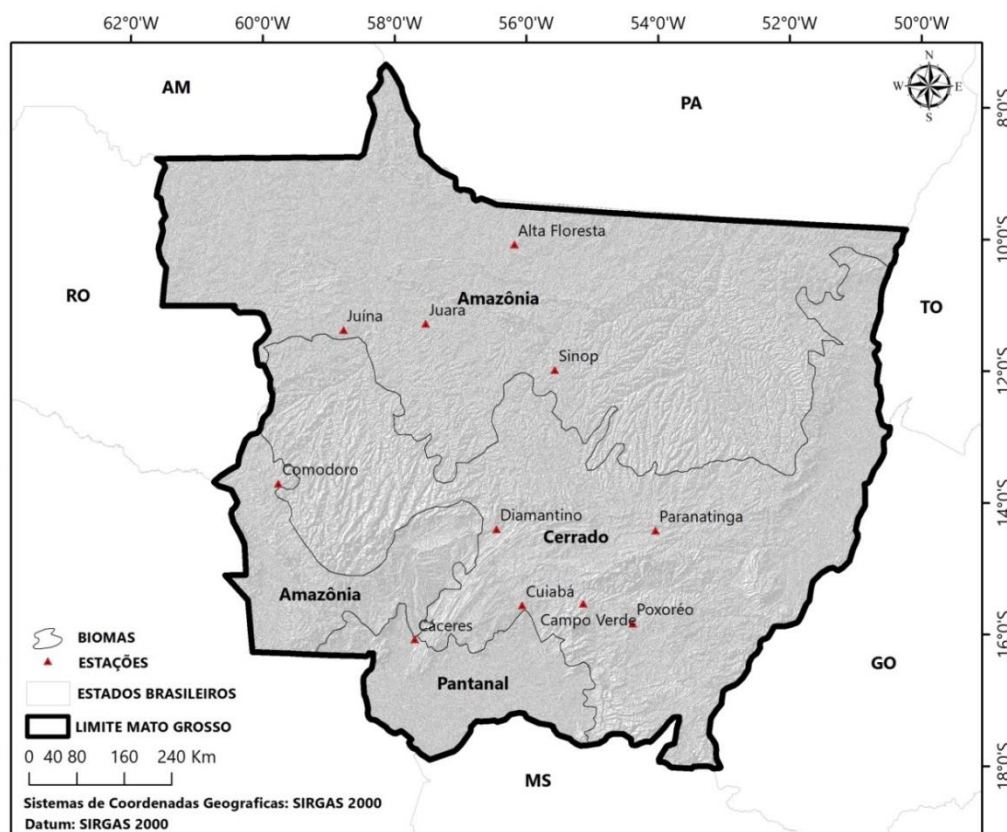


Figura 1. Localização de Mato Grosso, destacando os biomas e as estações meteorológicas.

Fonte: O Autor, 2018.

3.2. Tratamento do banco de dados

Os dados pluviométricos acumulados foram fornecidos pelo Distrito Institucional de Meteorologia vinculado ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Tabela 1), localizados em três mesorregiões do estado de Mato Grosso (norte, centro-sul e sudeste), constituído de uma série histórica temporal de 1979 a 2017 (38 anos).

Tabela 1. Dados pluviométricos das estações de Mato Grosso com Identificador (ID), Latitude (°), Longitude (°), Altitude (m) e Chuva Média Anual (mm).

ID	Mesorregiões	Estações	Lat. (°)	Lon. (°)	Alt. (m)	Chuva média anual (mm)
1	Norte	Alta Floresta	-10,07	-56,17	292	2281
2	Centro-Sul	Cáceres	-16,07	-57,69	124	1301
3	Sudeste	Campo Verde	-15,53	-55,13	748	1726
4	Norte	Comodoro	-13,70	-59,76	577	1925
5	Centro-Sul	Cuiabá	-15,55	-56,06	242	1337
6	Norte	Diamantino	-14,40	-56,45	286.3	1705
7	Norte	Juara	-11,28	-57,52	263	1961
8	Norte	Juína	-11,37	-58,77	365	1944
9	Norte	Paranatinga	-14,42	-54,036	477	1848
10	Sudeste	Poxoréo	-15,83	-54,38	450	1693
11	Norte	Sinop	-11,98	-55,56	367	1818

Fonte: INMET, 2018.

A consistência dos dados da série histórica temporal foi verificada para identificação de falhas existentes foi utilizado o Software Computação Lógica de Informação para o Monitoramento Agroclimático (CLIMA), no uso de preenchimento de ausência de coletas de dados. Desenvolvido pelo Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) (FARIA et al., 2002).

Esse software possibilita preencher falhas de dados em períodos que não houve coleta de registros. Auxilia no tratamento de dados com uma ou mais estações, realizando cálculos de médias, desvios-padrão e probabilidades em períodos mensais e anuais oriundos de dados diários (FARIA et al., 2002).

3.3. Cálculo do SPI

Para o presente estudo, foram calculados o SPI na escala anual (SPI-12) para todas as estações usadas no estudo (Tabela 1), a fim de identificar eventos de seca na série temporal histórica.

Todos os cálculos foram realizados via pacote SCI disponível no software R, versão 3.4.2 (OLIVEIRA-JUNIOR et al., 2018). Para determinação do SPI utilizou-se inicialmente o cálculo da distribuição Gama que é definida pela função de densidade de probabilidade (FDP) dada pelas equações 1 e 2:

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(a)\beta^a} x^{a-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad (1)$$

Em que,

$\alpha > 0$ (α) parâmetro de forma (adimensional);

$\beta > 0$ (β) parâmetro de escala (mm);

$x > 0$ (x) total de chuva (mm);

$\Gamma(\alpha)$ Função Gama.

$$\Gamma(a) = \int_0^{\infty} x^{a-1} e^{-x} dx \quad (2)$$

Todos os parâmetros e a FDP gama foram ajustados para a distribuição de frequência do acumulado de chuva das estações usadas no estudo (Tabela 1). Calculou-se então os parâmetros α e β , da função de densidade de probabilidade Gama estimada para cada uma delas nas escalas citadas anteriormente.

Através do Método de Máxima Verossimilhança (MMV) estimou-se os parâmetros de α e β , que segundo Gois (2005) é o método mais apropriado, dado pelas equações 3, 4 e 5:

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

$$\beta = \frac{\bar{X}}{a} \quad (4)$$

$$A = Ln(\bar{X}) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Ln(X_i) \quad (5)$$

Onde,

\bar{X} = Média aritmética da chuva (mm)

Ln = logaritmo neperiano

N = número de observações.

Para encontrar a probabilidade cumulativa de um evento de chuva observada para as escalas adotada realizou-se os cálculos dos parâmetros de α e β . Em que a probabilidade cumulativa é dada pela equação 6:

$$F(x) = \int_0^x f(x)dx = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dx \quad (6)$$

Ao substituir o valor de $t = \frac{x}{\beta}$, na Eq.(6) reduz a equação 7:

$$F(\beta t) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} \int_0^{\beta t} t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (7)$$

Sendo esta a função gama incompleta, visto que a distribuição gama é indefinida para valores de chuva iguais a zero, a probabilidade cumulativa pode ser determinada em duas partes pela equação 8:

$$F(x) = P_0 + (1 - P_0)G(x) \quad (8)$$

Em que P_0 é a probabilidade de ocorrência de valores nulos (zeros) e $G(x)$ é a distribuição cumulativa teórica, onde os parâmetros são estimados em dias chuvosos.

A distribuição de probabilidade cumulativa $F(x)$ é transformada em uma distribuição normal para a variável Z aleatória com média zero e variância um, onde a variável Z corresponde ao valor de SPI. O tamanho da amostra é dada pela Equação 9:

$$P_0 = \frac{m}{n+1} \quad (9)$$

Em que m é o número de ordem dos valores de zeros em uma série climatológica e n o tamanho da amostra.

Para otimização dos o valor de SPI ou Z é obtido facilmente pela aproximação matemática desenvolvida por ABRAMOWITZ e STEGUN (1965), a qual converte a probabilidade cumulativa em uma distribuição normal a variável Z . Onde Z é definido pelas equações 10, 11, 12 e 13, a seguir apresentadas:

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (10)$$

Para $0 < P(x) \leq 0,5$

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{c_0 + c_1 t + c_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3} \right) \quad (11)$$

Para $0,5 < P(X) \leq 1$

Onde, t é definido pelas equações:

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(P(x))^2} \right]} \quad (12)$$

Para $0 < P(x) \leq 0,5$

$$t = \sqrt{\ln \left[\frac{1}{(P(x))^2} \right]} \quad (13)$$

Para $0,5 < P(x) \leq 1$

Sendo os coeficientes $c_0 = 2,515517$; $c_1 = 0,802853$; $c_2 = 0,010328$ e $d_1 = 1,432788$; $d_2 = 0,189269$; $d_3 = 0,001308$.

A partir dos valores de SPI anual (Tabela 2) para as localidades da área de estudo classificou-se segundo McKee et al. (1993) os períodos úmidos e secos.

Tabela 2. Classificação dos períodos secos e úmidos do SPI.

SPI	Categoria
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,5 a 1,99	Muito úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido
0,99 a -0,99	Próximo ao normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente seco
-1,50 a -1,99	Muito Seco
$\leq -2,00$	Extremamente seco

3.4. Sistemas de informações geográficas

Para geoespacialização do SPI-12 foi utilizado o Software ArcGis, versão 10.3, módulo ArcMap desenvolvido pela empresa Environmental Systems Research Institute (ESRI).

O interpolador utilizado foi o *Inverse Distance Weigth* (IDW), que consiste em um método de ponderação linear de um conjunto de pontos amostrais de dados nos quais a ponderação é uma função do inverso da distância elevada a um expoente a ser definido.

Esse método assume que o valor a ser estimado para a variável a um ponto x qualquer é proporcional ao valor medido em n estações vizinhas e inversamente proporcionais a uma potência da distância entre o ponto x e cada uma dessas n estações vizinhas (d_i^m). Assim, quanto mais distante o posto estiver do ponto x , menor será seu peso, ou seja, quanto maior a quantidade de estações disponíveis, desde que não sejam redundantes e quanto mais próximas do ponto a ser estimado, mais coerente será a interpolação equação 14.

$$G_i = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{d_i^m} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^m} \right)} \quad (14)$$

Em que,

$G(x_i)$ = peso estimado no ponto interpolador

x_i = peso do i -ésimo ponto amostrado

d_i = distância euclidiana do i -ésimo ponto amostrado ao ponto atual

m = expoente da distância euclidiana

n = número de pontos amostrais vizinhos considerados na interpolação.

Foram considerados então os dados das 11 estações para a realização da interpolação, através da opção *nearest neighbors*, e utilizada à segunda potência para o cálculo da distância euclidiana para a espacialização do SPI anual.

3.5. Ocorrência de Super El Niño

De acordo com a literatura os anos classificados como Super El Niño são 1984/1985, 1993/1994, 1997/1998, 1999/2000, 2002/2003, 2007/2008 e 2015/2016 (INPE/CEPTEC, 2016; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2018).

3.6. Dados obtidos via sensoriamento remoto

Foi utilizado um conjunto de dados CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data*) desenvolvido pela *U.S. Geological Survey* (USGS) e pelo *Climate Hazards Group* da Universidade da Califórnia, Santa Bárbara. Trata-se de um produto combinando a climatologia de

precipitação pentadal, observações de satélite TIR geostacionárias quase global do CPC e do National Climatic Data Center (NCDC) (KNAPP et al., 2011), campos de precipitação do modelo atmosférico do NOAA Climate Forecast System (CFSv2) (SAHA et al., 2010) e observações de precipitação *in situ* (TOTÉ et al., 2015). Foram testados esses produtos devido à falta de dados temporais de estações *in situ* em alguns locais específicos do estado de Mato Grosso e por apresentarem disponibilidade desde 1981 até o presente, com resolução espacial de 0,05° ($\pm 5,3$ km) e na resolução temporal mensal, pentadal e decadal para todo o globo (Funk et al., 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação estatística da chuva no estado de Mato Grosso

A estação de Cáceres foi a que apresentou a menor média e desvio padrão de precipitação e Comodoro foi a de maior média e desvio padrão calculado (Tabela 3).

Tabela 3. Dados pluviométricos das estações com Identificador (ID), Média (mm) Desvio Padrão (mm).

ID	Mesorregiões	Estações	Média	Desvio Padrão
1	Norte	Alta Floresta	1.770,90	645,08
2	Centro-Sul	Cáceres	1.276,69	144,50
3	Sudeste	Campo Verde	1.525,99	429,96
4	Norte	Comodoro	2.358,19	809,58
5	Centro-Sul	Cuiabá	1.431,33	246,77
6	Norte	Diamantino	1.866,24	283,94
7	Norte	Juara	1.850,15	576,58
8	Norte	Juína	1.755,23	343,18
9	Norte	Paranatinga	1.570,61	430,83
10	Sudeste	Poxoréu	1.738,09	230,32
11	Norte	Sinop	1.960,15	277,47

O estado do Mato Grosso apresenta duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa de outubro a abril e uma seca de maio a setembro (DALLACORT et al., 2010; PIZZATO et al., 2012). A variação do clima do estado é influenciada pela diferença entre a temperatura e precipitação encontrada entre os biomas presentes no estado (RAMOS et al., 2017).

4.2. Análise temporal da chuva no Estado do MT

4.2.1. Bioma Amazônia

As estações localizadas no bioma Amazônia são dos municípios de Alta Floresta, Comodoro, Juara, Juína e Sinop, a seguir estão os gráficos de distribuição de chuva (Figura 2).

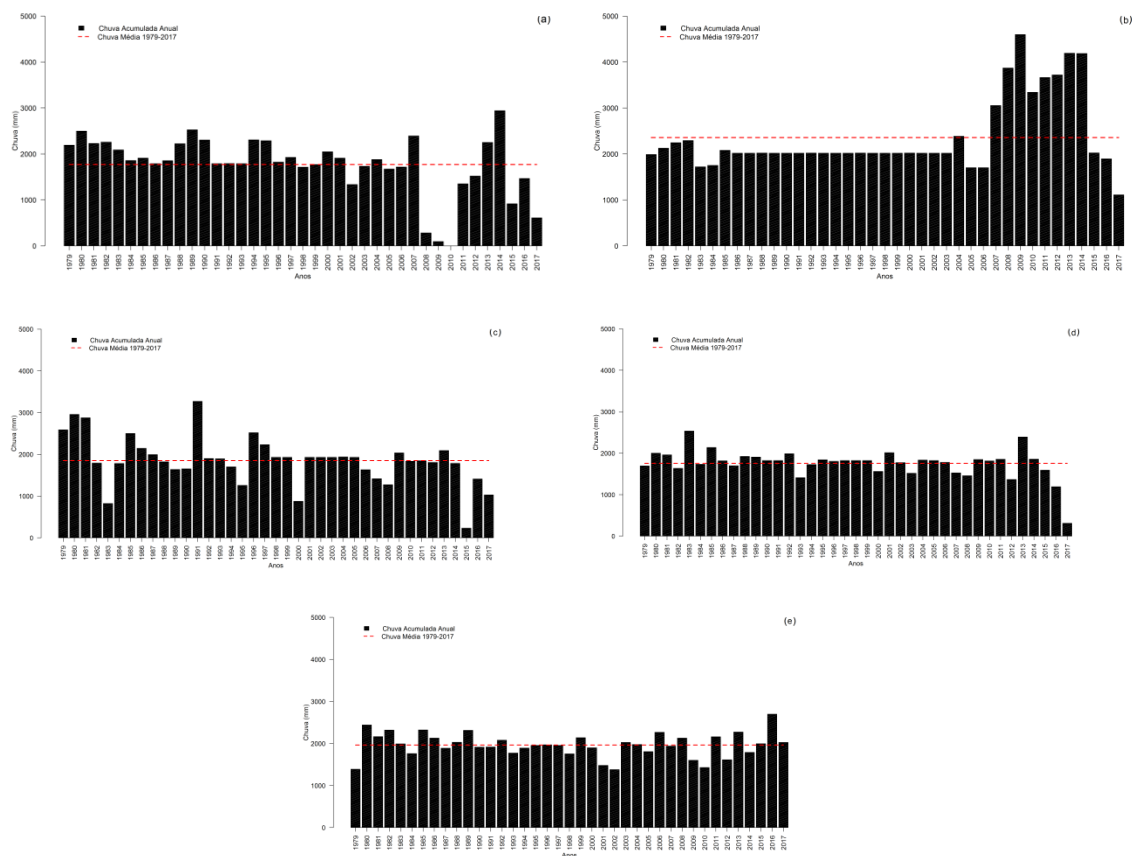


Figura 2. Distribuição da chuva acumulada anual (mm) para os municípios de Alta Floresta (a), Comodoro (b), Juara (c), Juína (d) e Sinop (e) entre os anos de 1979 a 2017 no bioma Amazônia.

A distribuição da chuva anual no município de Alta Floresta (Figura 2a) localizada no bioma Amazônia, apresentou alta variabilidade temporal, como na maioria dos anos da série superior a média acumulada e alguns anos abaixo da média, principalmente a partir da década de 2000. Com relação aos extremos pluviométricos o maior acumulado foi registrado no ano de 2014, com 2.940 mm de chuva. Nos anos de 2008, 2009 e 2010 a estação apresentou uma falha, que comprometeu a coleta dos dados, isso explica a chuva acumulada estar com valores muito a baixo do normal.

O município de Comodoro (Figura 2b) apresentou uma falha expressiva durante a coleta de dados da estação, assim o preenchimento destas falhas foram particulares, desde 1987 até 2003 os valores de chuva acumulada mantiveram-se os mesmos, até 2006 os acumulados anuais apresentaram-se abaixo da chuva média. Entre os anos de 2007 a 2015 a chuva acumulada anual foram superiores a média (2358,19). Assim como todos os municípios avaliados anteriormente, Juara (Figura 2c) apresentou alta

variabilidade de chuva anual acumulada durante os anos estudados. Destaque para máximo anual de chuva em 1991.

A distribuição da chuva anual acumulada para o município de Juína apresentou-se próxima da média (1.755,23), as exceções foram os anos de 1983,1996 e 2013 que apresentaram valores superiores à chuva média, (Figura 2d A região apresenta duas estações bem definidas, sendo seca de maio a setembro e chuvosa de abril a outubro, com maiores valores de chuva em janeiro e menores em julho (BATISTÃO et al., 2013). Em estudos anteriores mostrou que o acumulado mensal foi altamente variável entre 1.100 mm a 1.250 mm no município de Juína (BATISTÃO et al., 2013). Os valores da chuva acumulada anual do município de Sinop apresentaram menor variabilidade em comparação aos demais municípios existentes no bioma Amazônia, com valores entre 1.100 a 2.800 mm (Figura 2e).

Vale ressaltar que todos os municípios avaliados anteriormente os acumulados anuais foram superiores a 2.000 mm. A interceptação da chuva, uma das partes importantes para abastecimento do ciclo hidrológico pode ser afetada com auxílio de extração da floresta, influenciando diretamente na formação de novas chuvas (FERREIRA; LUIZÃO; DALLAROSA, 2005), considerando que as estações analisadas estão no bioma Amazônia.

As variações temporais observadas nas médias acumuladas anuais de chuva são influenciadas de acordo com a altitude de cada estação de coleta de dados (MARTINS et al., 2011).

4.2.2. Bioma Cerrado

A seguir estão representados os acumulados anuais da distribuição da chuva das estações de Campo Verde, Cuiabá, Diamantino, Paranatinga e Poxoréo, situadas no bioma Cerrado (Figura 3).

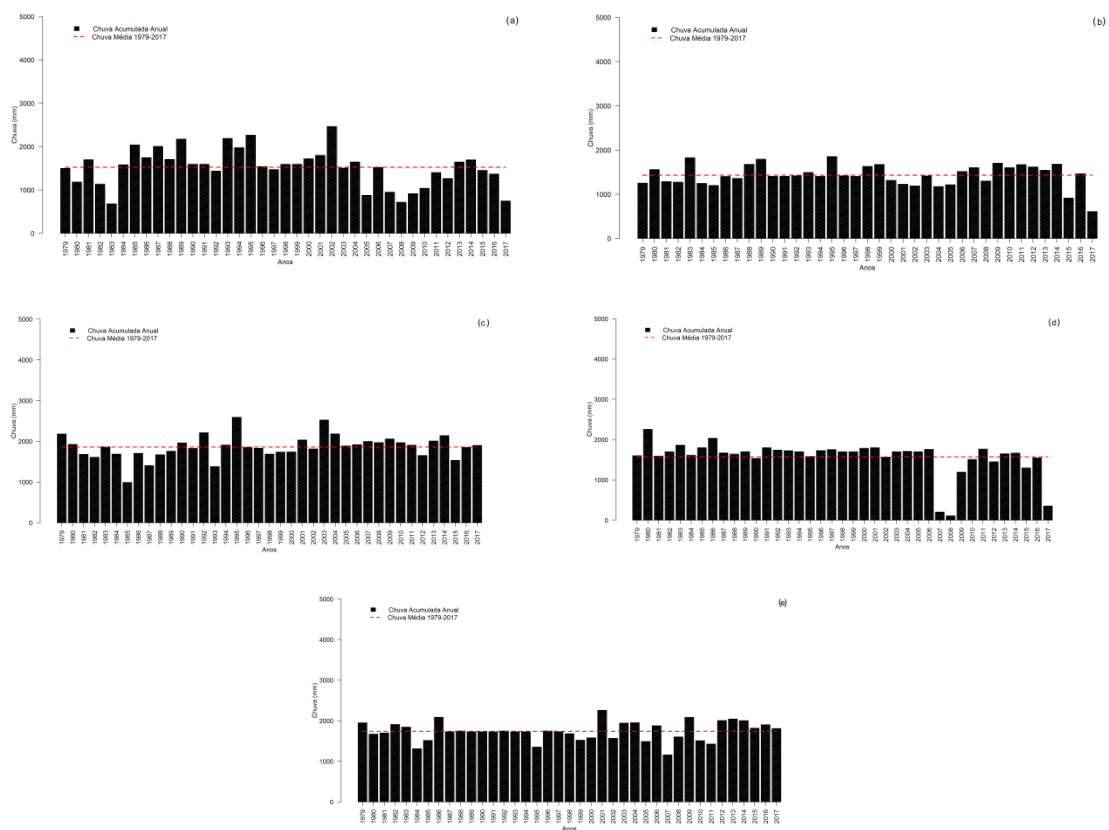


Figura 3. Distribuição da chuva acumulada anual (mm) dos municípios de Campo Verde (a), Cuiabá (b), Diamantino (c), Paranatinga (d) e Poxoréu (e) entre os anos de 1979 a 2017.

Ao contrário da análise anterior, a distribuição anual da chuva acumulada em Campo Verde apresentou uma menor variabilidade na série histórica (Figura 3a), com valores próximos da média, as exceções foram os anos de 1981, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1993, 1994, 1995 e 2002. Com relação aos valores extremos de chuva a máxima foi em 2002 com 2.466 mm de chuva e a mínima em 1983 com 682 mm.

A distribuição da chuva acumulada para o município de Cuiabá foi similar a de Campo Verde (Figura 3b). Com Destaque para o município de Cuiabá em relação a todos os acumulados anuais foram abaixo de 2.000 mm.

Em Diamantino nos anos de 1981 a 1989, a distribuição acumulada anual da chuva foi abaixo da média, com exceções nos anos de 1992, 1995, 2002 e 2003 (Figura 3c). Estudos realizados por Martins et al. (2011), constataram que o município de Diamantino apresenta um período chuvoso de

dezembro a março os índices pluviométricos mensais superiores a 250 mm, com isso contribui consideravelmente no somatório do acumulado anual da chuva.

A distribuição da chuva acumulada anual do município de Paranatinga mostrou que os valores se mantiveram próximos à média, com menor variabilidade (Figura 3d).

Enquanto que para Poxoréu a distribuição anual da chuva acumulada variou entre 1.200 a 2.100 mm (Figura 3e).

Informações sobre histórico de dados climáticos ainda é escassa, tendo visto que poucas estações recobrem extensas áreas, além disto, os dados existentes ainda são poucos explorados (MARTINS et al., 2011).

4.2.3. Bioma Pantanal

O município de Cáceres está situado no bioma Pantanal, Figura 4 à distribuição da chuva acumulada. De acordo com Pizzato et al. (2012) e Dallacort et al. (2014), o município de Cáceres apresenta duas estações bem definidas, de outubro a abril período chuvoso e de maio a setembro período seco.

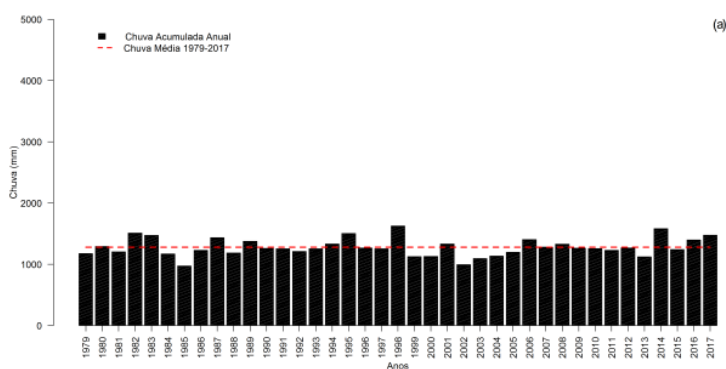


Figura 4. Distribuição da chuva acumulada (mm) do município de Cáceres (a) entre os anos de 1979 a 2017.

A distribuição da chuva para o município de Cáceres (Figura 4) apresentou menor variabilidade ao longo da série histórica com acumulados anuais entre 994 mm (2002) e 1.580 mm (2014). Em 2013, Cáceres apresentou

um acumulado de chuva de aproximadamente 1.100 mm neste estudo, ao contrário, do estudo realizado por Moreira et al. (2015) que observaram um volume de 950,20 mm. O manejo adequado é indispensável para manter-se uma produtividade de qualidade e sem que influenciem na qualidade dos recursos naturais presentes no município uma vez que o regime hídrico influencia diretamente sobre a recarga dos cursos d'água e sobre a geologia local (NEVES et al., 2011).

Estudos realizando a caracterização dos regimes pluviométricos da região do arco das nascentes do rio Paraguai constataram que as regiões dos municípios de Cáceres, Cuiabá e Diamantino, apresentam quatro períodos distintos na distribuição sazonal da chuva, sendo períodos chuvoso (novembro a março), transição 1 entre seco e chuvoso (abril e maio), seco (junho a agosto) e transição 2 entre seco e chuvoso (setembro e outubro) por apresentarem uma alta variação interanual no regime de chuva (MARTINS et al., 2011).

Existe uma diferença marcante nos acumulados de chuva anual da série histórica entre os municípios de Alta Floresta e Cáceres. Moreira et al. (2015) observaram este mesmo comportamento no ciclo diário, com diferença entre os horários de chuva máxima e na frequência da ocorrência destes eventos.

4.3. Avaliação temporal do SPI-12

Ao longo da série histórica, o estado de Mato Grosso apresentou apenas eventos nas categorias úmidas com base no índice SPI (Tabela 2). A exceção consiste no período a partir de 1990 até 2008, com surgimento de categorias secas, principalmente os eventos foram classificados de moderadamente seco a extremamente seco e, após o período voltou a apresentar eventos nas categorias úmidas (Figura 5).

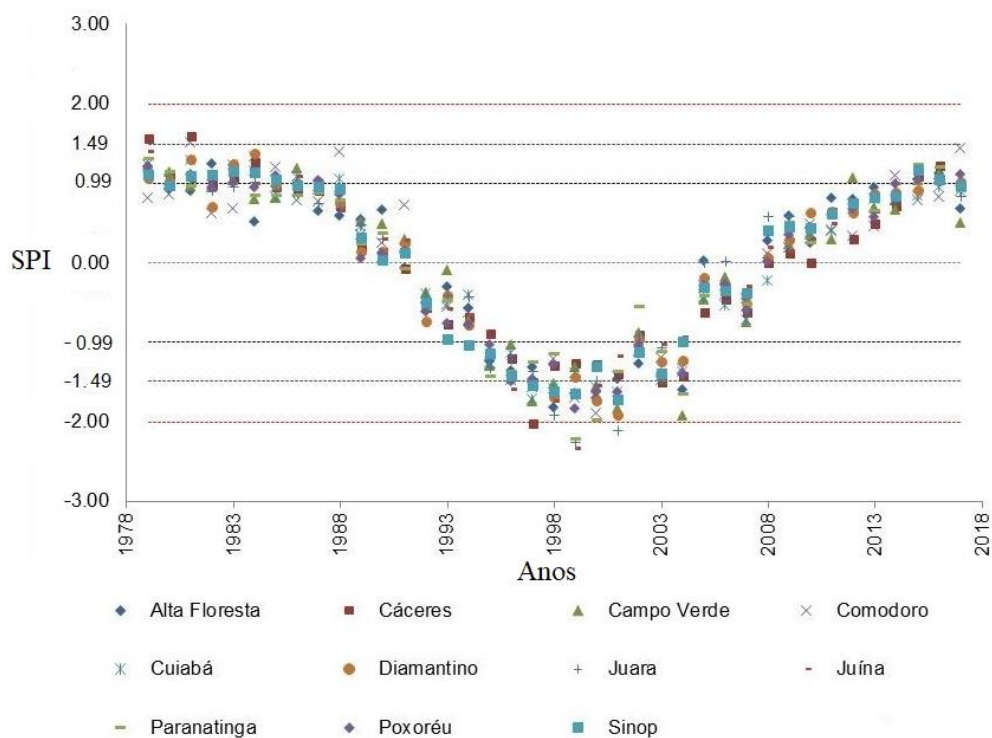


Figura 5. Distribuição da ocorrência dos eventos de SPI, entre 1979 e 2017.

Existe um déficit de informações sobre a utilização do índice de seca aplicado para a região do estado de Mato Grosso, principalmente estudos que quantifiquem os eventos secos e úmidos que ocorreram no estado.

A seguir estão às distribuições e frequências das ocorrências de eventos nas categorias secos e úmidos das estações de Alta Floresta (Tabela 4), Comodoro (Tabela 5), Juara (Tabela 6), Juína (Tabela 7) e Sinop (Tabela 8).

Tabela 4. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Alta Floresta entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	1979	1979	1979	1979	
Mod. Seco	0	0	3	3	0	6
Muito Seco	0	0	1	3	0	4
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	4	6	0	10
Mod. Seco (%)	0	0	50	50	0	60
Muito Seco (%)	0	0	25	75	0	40
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	40	60	0	100
Mod. Úmido	1	2	0	0	2	5
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0

Continua ...

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	1979	1979	1979	1979	
Total	1	2	0	0	2	5
Mod. Úmido (%)	20	40	0	0	40	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	20	40	0	0	40	100

Tabela 5. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Comodoro entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	2	2	0	4
Muito Seco	0	0	2	3	0	5
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	4	5	0	9
Mod. Seco (%)	0	0	50	50	0	44,44
Muito Seco (%)	0	0	40	60	0	55,56
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0,00
Total (%)	0	0	44,44	55,56	0	100
Mod. Úmido	1	3	0	0	3	7
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	3	0	0	3	7
Mod. Úmido (%)	14,29	42,86	0	0	42,86	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0,00
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	14,29	42,86	0	0	42,86	100

Tabela 6. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Juara entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	3	3	0	6
Muito Seco	0	0	1	0	0	1
Ext. Seco	0	0	0	2	0	2
Total	0	0	4	5	0	9
Mod. Seco (%)	0	0	50	50	0	67
Muito Seco (%)	0	0	100	0	0	11
Ext. Seco (%)	0	0	0	100	0	22
Total (%)	0	0	44	56	0	100
Mod. Úmido	1	1	0	0	2	4
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	0	0	2	4
Mod. Úmido (%)	25	25	0	0	50	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0,00
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	25	25	0	0	50	100

Tabela 7. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Juína entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	2	3	0	5
Muito Seco	0	0	2	1	0	3
Ext. Seco	0	0	0	1	0	1
Total	0	0	4	5	0	9
Mod. Seco (%)	0	0	40	60	0	56
Muito Seco (%)	0	0	66,67	33,33	0	33
Ext. Seco (%)	0	0	0	100	0	11
Total (%)	0	0	44	56	0	100
Mod. Úmido	1	6	0	0	2	9
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	6	0	0	2	9
Mod. Úmido (%)	11,11	66,67	0	0	22	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	11,11	66,67	0	0	22	100

Tabela 8. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Sinop entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	3	3	0	6
Muito Seco	0	0	2	2	0	4
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	5	5	0	10
Mod. Seco (%)	0	0	50	50	0	60
Muito Seco (%)	0	0	50	50	0	40
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	50	50	0	100
Mod. Úmido	1	5	0	0	2	8
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	5	0	0	2	8
Mod. Úmido (%)	12,50	62,50	0	0	25	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	12,50	62,50	0	0	25	100

Com base no SPI-12 para o município de Alta Floresta foi identificado 10 eventos de seca, entre as décadas de 1990 e 2000 distribuídos nas categorias moderadamente seco e muito seco (Tabela 4). Nas categorias úmidas, o município apresentou eventos em 1979, na década de 80 e entre 2010 a 2017, categorizados apenas como moderadamente úmido. Para o município de Comodoro, o SPI-12 apresentou um total de nove eventos de seca, entre os anos de 1990 a 2000 distribuídos nas categorias

moderadamente seco e muito seco, similar ao município de Alta Floresta (Tabela 5). Para eventos úmidos os resultados obtidos mostram um total de sete eventos na categoria moderadamente úmida, nas séries de 1979, e décadas de 1980 e 2010 - 2017.

No município de Juara observa-se nove eventos de seca, sendo distribuídos nas décadas de 1990, com três eventos moderadamente secos e um evento muito seco e em 2000 com três eventos moderadamente seco e dois em extremamente seco (Tabela 6). Para as categorias úmidas, em 1979 obteve-se apenas um evento, na década de 80 uma ocorrência e de 2010 a 2017 duas ocorrências, ambas classificadas como moderadamente úmidas.

No município de Juína observa-se que ocorreram nove eventos de seca distribuídos nas décadas de 1990 (66,67%) com eventos na categoria moderadamente e muito seca e 2000 (33,33%) com eventos nas categorias moderadamente e muito seco (Tabela 7). Com relação as categorias úmidas, o município apresentou um evento em 1979, seis eventos na década de 80 e dois entre 2010 a 2017, ambos classificados como moderadamente úmido.

Com relação ao município de Sinop, verificou-se um total de 10 eventos de seca, sendo distribuídos nas décadas de 1990, com eventos nas categorias moderadamente e muito seco (Tabela 8). As categorias úmidas, o município apresentou um evento em 1979, cinco eventos na década de 80 e dois entre 2010 a 2017, ambos classificados como moderadamente úmido.

Frequência e quantidade de ocorrência de eventos dos municípios de Campo Verde (Tabela 9), Cuiabá (Tabela 10), Diamantino (Tabela 11), Paranatinga (Tabela 12) e Poxoréu (Tabela 12), ambos localizados no bioma Cerrado.

Tabela 9. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Campo Verde entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	3	4	0	7
Muito Seco	0	0	1	2	0	3
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	4	6	0	10
Mod. Seco (%)	0	0	43	57	0	70
Muito Seco (%)	0	0	33,33	66,66	0	30
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0

Continua ...

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Total (%)	0	0	40	60	0	100
Mod. Úmido	0	3	0	0	2	5
Muito Úmido	0	1	0	0	0	1
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	0	4	0	0	2	6
Mod. Úmido (%)	0	60	0	0	40	83
Muito Úmido (%)	0	100	0	0	0	16,67
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	66,67	0			100

Tabela 10. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Cuiabá entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	2	4	0	6
Muito Seco	0	0	2	2	0	4
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0		4	6	0	10
Mod. Seco (%)	0	0	33	67	0	60
Muito Seco (%)	0	0	50	50	0	40
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	40	60	0	100
Mod. Úmido	1	6	0	0	0	7
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	6	0	0	0	7
Mod. Úmido (%)	14,29	85,71	0	0	0	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0,00
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	14,29	85,71	0	0	0	100

Tabela 11. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Diamantino entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	2	3	0	5
Muito Seco	0	0	2	2	0	4
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	4	5	0	9
Mod. Seco (%)	0	0	40	60	0	56
Muito Seco (%)	0	0	50	50	0	44
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	44	56	0	100
Mod. Úmido	1	6	0	0	2	9
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	6	0	0	2	9
Mod. Úmido (%)	11,11	66,67	0	0	22	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0,00
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	11,11	66,67	0	0	22	100

Tabela 12. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Paranatinga entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	4	2	0	6
Muito Seco	0	0	0	2	0	2
Ext. Seco	0	0	0	1	0	1
Total	0	0	4	5	0	9
Mod. Seco (%)	0	0	67	33	0	67
Muito Seco (%)	0	0	0	100	0	22
Ext. Seco (%)	0	0	0	100	0	11
Total (%)	0	0	44	56	0	100
Mod. Úmido	1	3	0	0	2	6
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	3	0	0	2	6
Mod. Úmido (%)	16,67	50	0	0	33	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	16,67	50	0	0	33	100

Tabela 13. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Poxoréu entre 1979 e 2017.

CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	4	3	0	7
Muito Seco	0	0	0	3	0	3
Ext. Seco	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	4	6	0	10
Mod. Seco (%)	0	0	57	43	0	70
Muito Seco (%)	0	0	0	100	0	30
Ext. Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	0	0	40	60	0	100
Mod. Úmido	1	6	0	0	3	10
Muito Úmido	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	6	0	0	3	10
Mod. Úmido (%)	10	60	0	0	30	100
Muito Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	10	60	0	0	30	100

Na estação do município de Campo Verde, os eventos secos foram distribuídos entre as décadas de 1990 com 33,33% e 2000 com 66.66%, com um total de 10 eventos categorizados em moderadamente seco e muito seco (Tabela 9). Para as categorias úmidas, o município apresentou um total de 6 eventos, sendo que 4 destes ocorreram na década de 80 e 2 entre 2010 a 2017.

Na estação de Cuiabá, ocorreu um total de 10 eventos de seca, distribuídos entre as décadas de 1990 (33%) e 2000 (97%) de frequência, ambos apresentaram eventos nas categorias moderadamente seco e muito seco (Tabela 10). Nas categorias úmidas, o município apresentou um total de sete eventos, durante o ano de 1979 e na década de 80, ambos classificados como moderadamente úmidos.

Similarmente aos demais municípios Diamantino apresentou eventos secos entre as décadas de 90 e 2000, divididos nas categorias moderadamente seca e muito seca. E os eventos úmidos ocorreram em 1979, na década de 80 e entre 2010 a 2017, ambos classificados como moderadamente úmidos (Tabela 11).

O município de Paranatinga assim como Juína, foram os únicos que apresentaram eventos de classe extremamente seco, ambos com ocorrência na década de 2000. Na década de 90 apresentou quatro eventos moderadamente seco e em 2000 além da classe extremamente seca mencionada, apresentou mais dois eventos moderadamente seco e dois muito seco (Tabela 12). Os eventos nas categorias úmidas, seguem o padrão dos demais municípios avaliados, com ocorrência em 1979, na década de 80 e entre 2010 a 2017, totalizando 6 eventos distribuídos ao longo destes anos e classificados como moderadamente úmidos.

O município de Poxoréu verificou-se que para SPI-12 ocorreram 10 eventos de seca, sendo distribuídos nas décadas de 1990 (40%) com eventos na categoria moderadamente seca e em 2000 (60%) com eventos nas categorias moderadamente seco e muito seco (Tabela 13). Para as classes úmidas, em 1979 obteve-se uma ocorrência, na década de 80 seis ocorrências e de 2010 a 2017 três ocorrências, ambas classificadas como moderadamente úmidas.

A quantidade e frequência de ocorrência de eventos secos e úmidos no município de Cáceres (Tabela 14) localizada no bioma Pantanal.

Tabela 14. Quantidade e frequência (%) de eventos de seca para o SPI-12, no município de Cáceres entre 1979 e 2017.

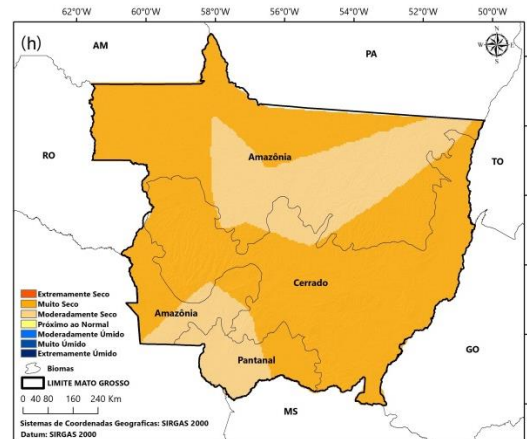
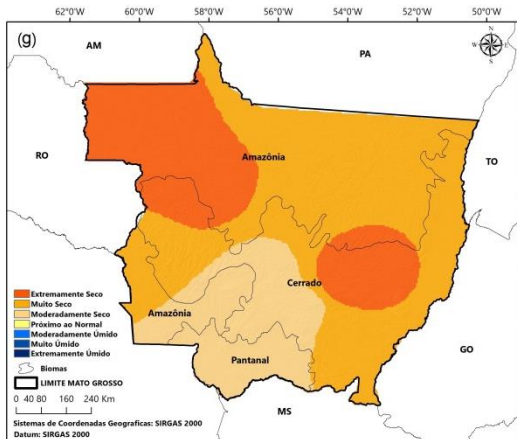
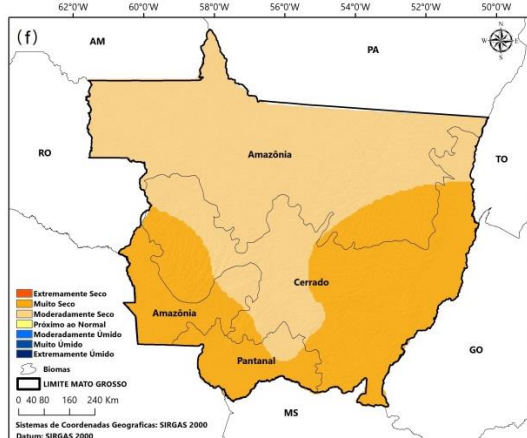
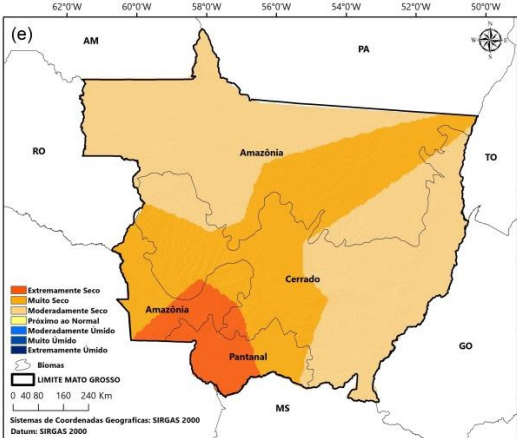
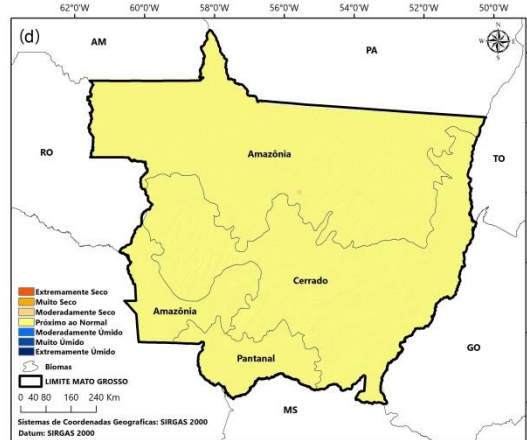
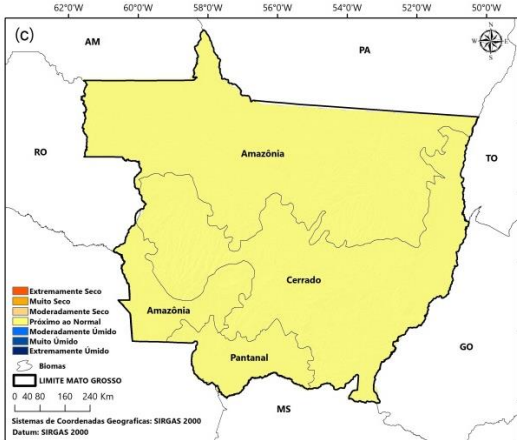
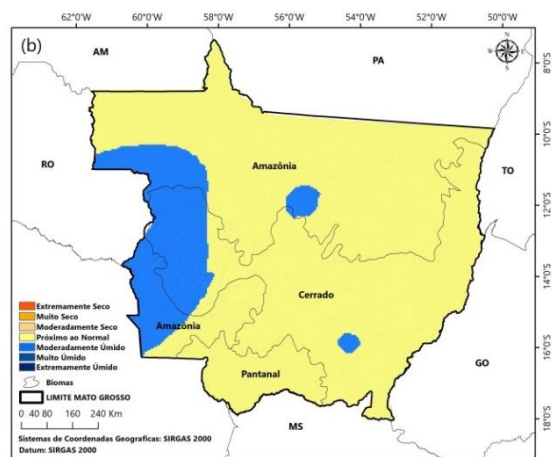
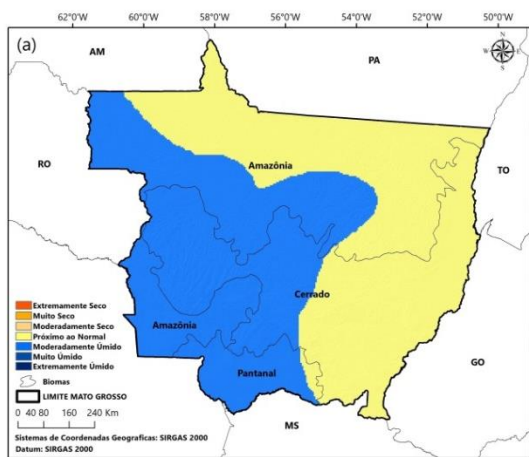
CATEGORIAS	DÉCADAS					TOTAL
	1979	80	90	2000	2010/2017	
Mod. Seco	0	0	2	4	0	6
Muito Seco	0	0	0	0	0	0
Ext. Seco	0	0	1	0	0	1
Total	0	0	3	4	0	7
Mod. Seco (%)	0	0	33,33	66,67	0	85,71
Muito Seco (%)	0	0	0	0	0	0
Ext. Seco (%)	0	0	100	0	0	14,29
Total (%)	0	0	42,86	57,14	0	100
Mod. Úmido	0	3	0	0	2	5
Muito Úmido	1	1	0	0	0	2
Ext. Úmido	0	0	0	0	0	0
Total	1	4	0	0	2	7
Mod. Úmido (%)	0	60	0	0	40	71,43
Muito Úmido (%)	50	50	0	0	0	28,57
Ext. Úmido (%)	0	0	0	0	0	0
Total (%)	14,29	57,14	0	0	28,57	100

No município de Cáceres observa-se que o SPI-12 identificou sete eventos de seca, sendo distribuídos nas décadas de 1990 (33,33%) com eventos na categoria moderadamente seca e 2000 (66,67%) com eventos moderadamente secos (Tabela 14). Assim como no município de Alta Floresta, os eventos nas categorias úmidas ocorreram em 1979, sendo categorizado como muito úmido, na década de 80 com quatro eventos entre as classes moderadamente e muito úmido e, por fim entre 2010/2017 com dois eventos moderadamente úmido, isto é, com um total de sete eventos úmidos ao longo da série estudada.

Avaliando o comportamento do regime hídrico no município de Cáceres, Nunes et al. (2016) observaram que a precipitação média anual entre os anos de 1971 a 2011 foi de 1.320,4 mm, com ocorrências de eventos de seca extrema nos meses de abril a outubro. O conhecimento desse comportamento faz-se necessário para determinação de estratégias e planejamentos voltados as atividades agrícolas empregadas á região.

4.4. Avaliação espacial do índice SPI em anos de Super El Niño

A seguir estão representadas as distribuições espaciais do SPI-12 em anos de Super El Niño obtidos a partir de dados de estações meteorológicas (Figura 6).



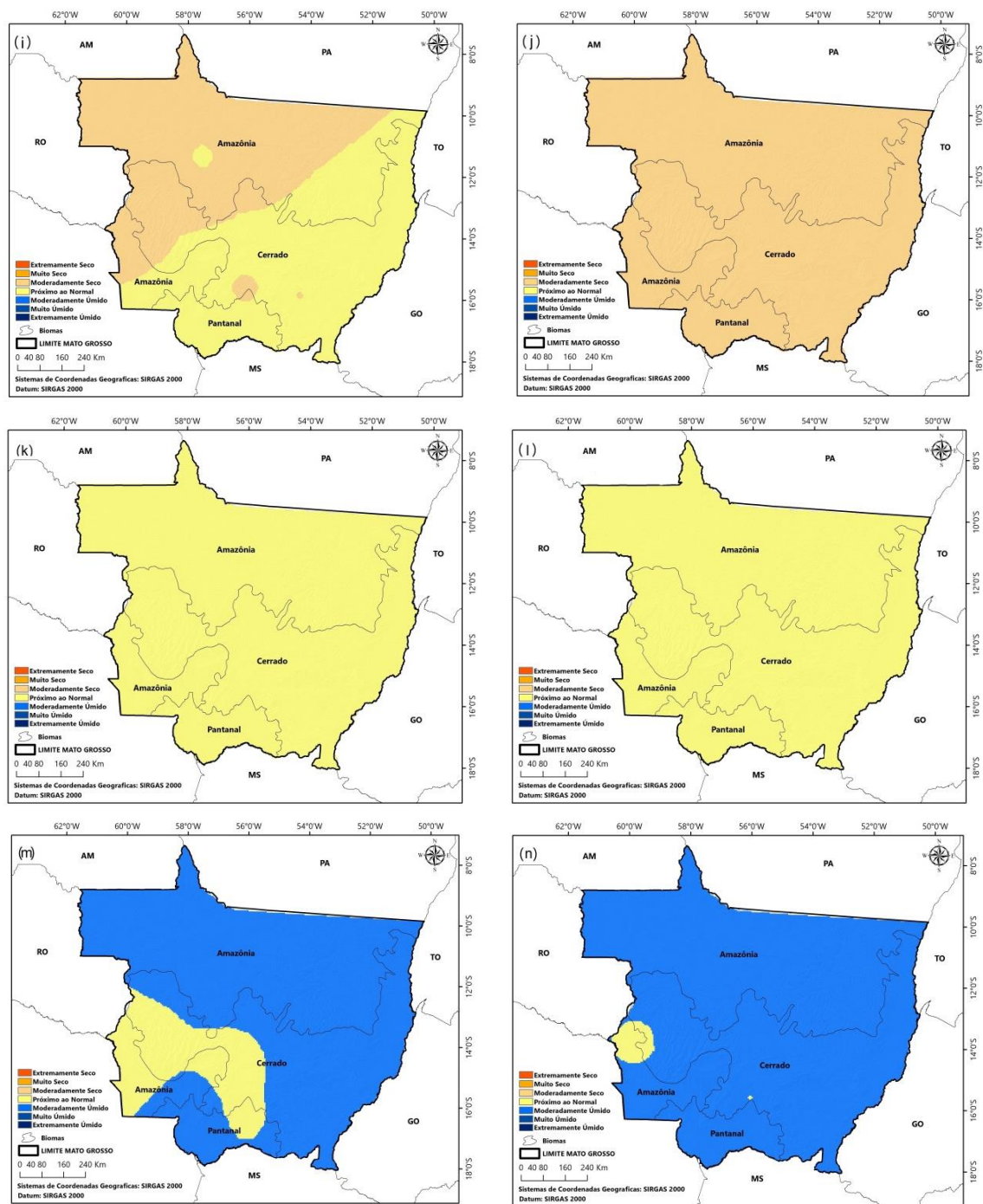


Figura 6. Variabilidade espacial do índice anual SPI nos anos hidrológicos de 1984 (a) – 1985 (b) 1993 (c) – 1994 (d) – 1997 (e) – 1998 (f) – 1999 (g) – 2000 (h) – 2002 (i) – 2003 (j) – 2007 (k) – 2008 (l) – 2015 (m) – 2016 (n).

Na análise do Super El Niño ocorrido nos anos de 1984 (Figura 6a) e 1985 (Figura 6b), o SPI-12 apresentou diminuição significativa, da região úmida (moderadamente úmido) entre o ciclo do El Niño, independente do bioma, seguido do aumento da categoria próxima ao normal. Situação contrária entre

os anos de 1993 (Figura 6c) e 1994 (Figura 6d), onde todo o estado do Mato Grosso foi classificado como próximo ao normal.

Nos anos de 1997 (Figura 6e) e 1998 (Figura 6f) o SPI-12 apresentou maiores ocorrências de eventos dentro da categoria seca, principalmente no ano de 1997 (Figura 6c) houve ocorrência de seca extrema na região do pantanal e sul da Amazônia. O ano de 1998 não apresentou eventos na categoria extremamente seco, porém nota-se uma alteração nas regiões nas categorias muito seco e moderadamente seco, regiões que em 1997 estavam classificadas como muito seco em 1998 (Figura 6d) passou a ser classificado como moderadamente seco.

Em 1999 (Figura 6g) novamente houve eventos extremamente secos nas regiões do estado de Mato Grosso, principalmente nos biomas Amazônia e Cerrado, com destaque para três estações Juara com -2.26, Juína com -2.33 e Paranatinga com -2.22. Em 2000 similar ao Super El Niño anterior (ciclo 1997/98) o segundo ano não apresentou eventos pertencentes a classe extremamente seco, os eventos permaneceram entre os intervalos de $-1.28 > \text{SPI}_{12} > -1.97$ (moderadamente seco) (Figura 6h).

Baseado no SPI-12 no ciclo 2002/2003 nota-se uma peculiaridade, em 2002 (Figura 6i) os eventos foram próximos ao normal nas regiões nordeste e sul do Estado, sendo que o município de Cuiabá registrou a ocorrência de evento moderadamente seco com valor de -1.10, o restante do Estado apresentou SPI-12 na categoria moderadamente seco, seguido de 2003 o Estado inteiro apresentou eventos de classe moderadamente seco com índices de $-1.02 > \text{SPI}_{12} > -1.47$ (Figura 6j).

O ciclo de 2007/2008 foram classificados como próximo ao normal, pois os valores de SPI foram entre $-0.30 > \text{SPI}_{12} > -0.73$ em 2007 (Figura 6k) e $0.58 > \text{SPI}_{12} > -0.22$ em 2008 (Figura 6l). Por fim, os anos de 2015 (Figura 6m) e 2016 (Figura 6n) juntamente com o ciclo de 1984/85 foram os únicos anos que apresentaram eventos dentro da classe úmida, ambos na categoria moderadamente úmida. Percebe-se que a área úmida aumentou consideravelmente de 2015 para 2016.

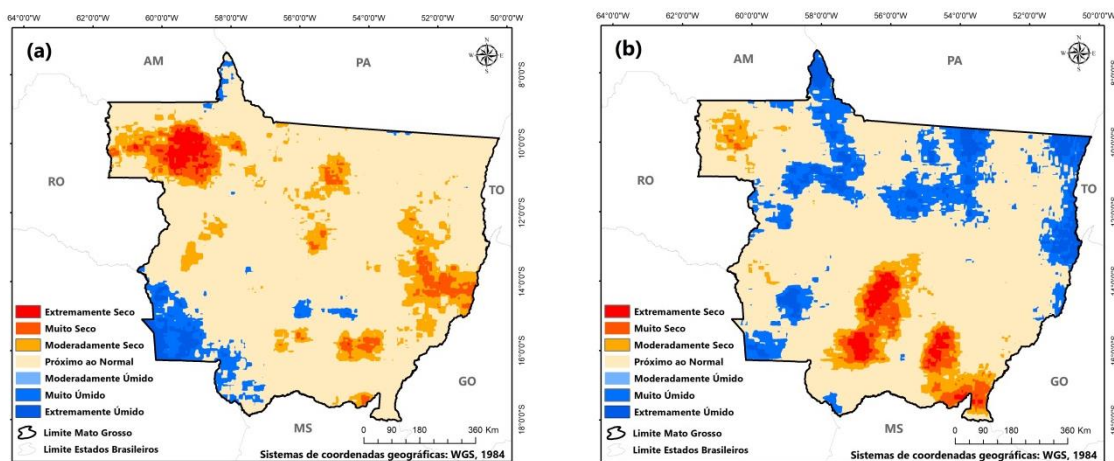
O El Niño pode influenciar diretamente no clima do planeta, no Brasil este fenômeno pode intensificar a seca na região do nordeste brasileiro (DINIZ

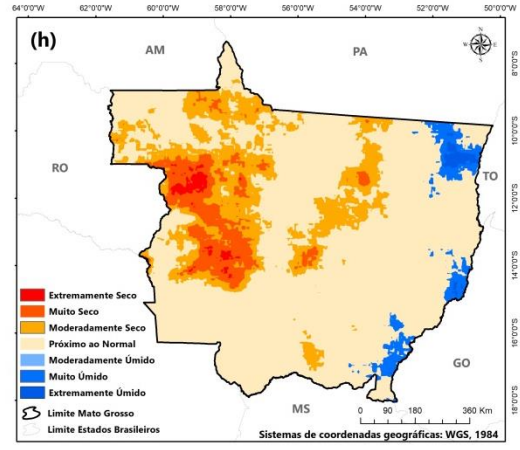
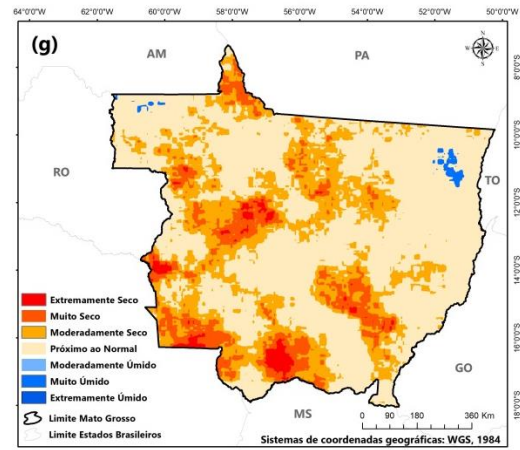
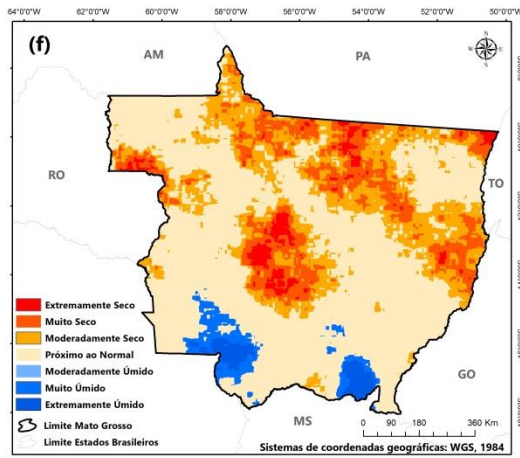
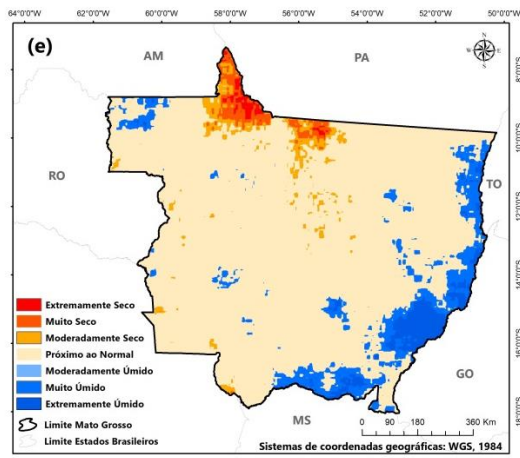
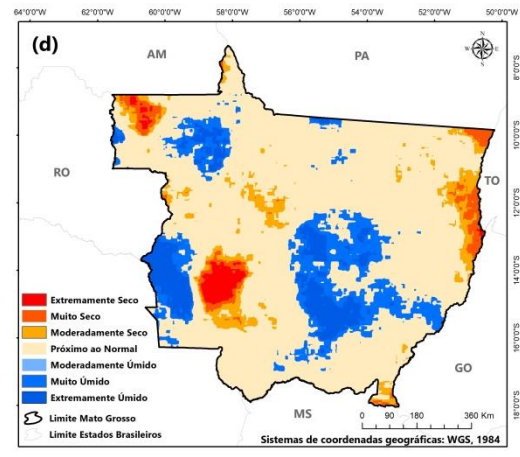
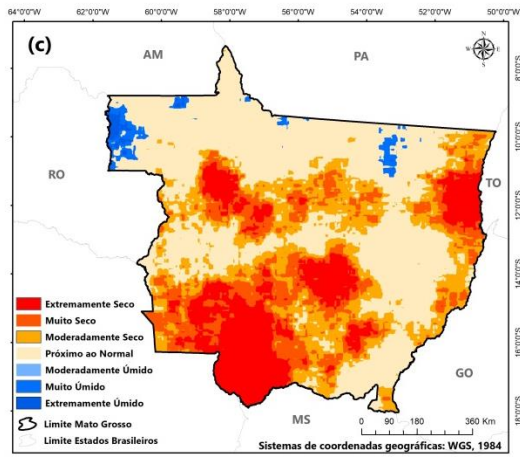
et al., 2008). Assim, como os estudos avaliando a ocorrência de eventos de seca no Estado são escassos, consequentemente estudos avaliando a espacialização destes eventos também são pouco encontrados. Porém, existem vários estudos em outras regiões do país e no mundo, geralmente aplicados a uma variável secundária, como comportamento de diferentes tipos de índices para estimativa de seca (GOIS, 2005).

No Brasil encontram-se alguns estudos como monitoramento de seca agrícola e meteorológica no estado de São Paulo (BLAIN e BRUNINI, 2007). Caracterização da seca sob influência de períodos de El Niño no município de Feira de Santana – BA (DINIZ et al., 2008). Estudos comprovam que o fenômeno El Niño pode alterar diretamente o regime hídrico de regiões do sudoeste da Amazônia Oriental paraense (HOFFMANN, 2017).

Teodoro et al. (2015), constataram que aplicando o SPI no estado de Mato Grosso do Sul foi possível identificar os períodos secos e chuvosos, destacando a intensidade de eventos de seca em anos de El Niño.

A seguir estão representadas as distribuições espaciais do SPI-12 em anos de Super El Niño obtidos a partir de dados de sensoriamento remoto (Figura 7).





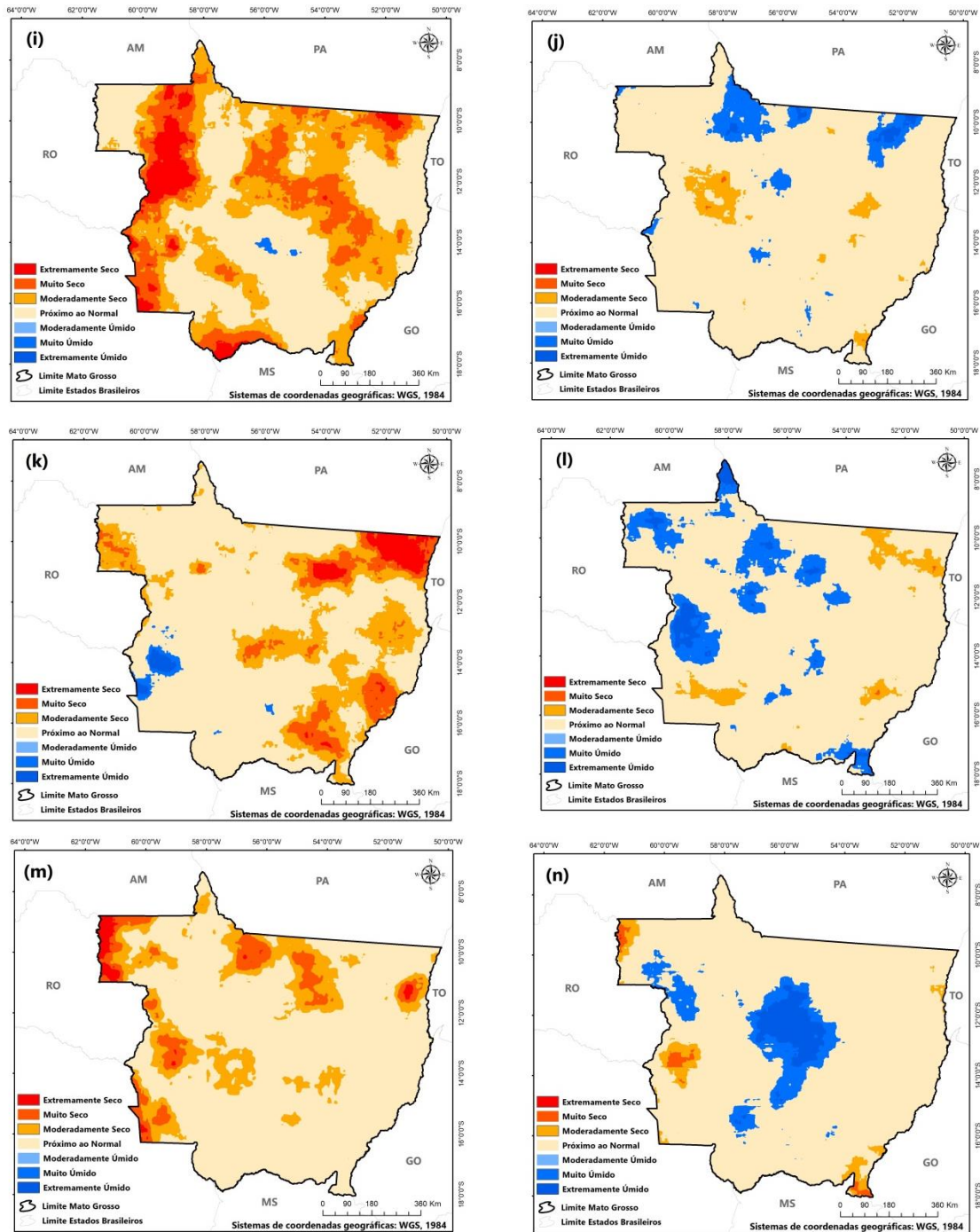


Figura 7. Variabilidade espacial do índice anual SPI nos anos hidrológicos de 1984 (a) – 1985 (b) 1993 (c) – 1994 (d) – 1997 (e) – 1998 (f) – 1999 (g) – 2000 (h) – 2002 (i) – 2003 (j) – 2007 (k) – 2008 (l) – 2015 (m) – 2016 (n) estimados via dados de satélite.

Avaliando o SPI-12 a partir de dados obtidos via satélite (Figura 7) no geral, é possível observar semelhança no comportamento principalmente dos eventos secos, com os resultados dos dados via estação meteorológica (Figura 6). Inicialmente em 1984 (Figura 7a) apresentou uma porção moderadamente úmida e muito úmida concentradas nas regiões sudoeste e

centro-sul mato-grossense assim como na (Figura 6a). Já em 1985 (Figura 7b) aumentaram as áreas de eventos úmidos, com maior ocorrência nas regiões norte e nordeste mato-grossense, a ocorrência de eventos na categoria seca concentraram-se nas regiões centro sul e sudeste mato-grossense, quando comparado com os dados via estação meteorológica (Figura 6b) observa-se uma diferença entre os dois resultados, o SPI-12 via estação apresentou uma diminuição das porções da categoria úmida, já no SPI-12 via satélite houve um aumento das regiões pertencentes às classes úmidas.

As variações das mudanças climáticas podem estar relacionadas com o tipo de vegetação e condições como influência de desmatamento o que pode acarretar a um aumento na temperatura e alterar o ciclo hidrológico (LYRA et al., 2016). A partir de 1993 (Figura 7c) aumentaram as regiões categorizadas como eventos moderadamente seco a extremamente seco, em cada ciclo dos Super El Niño houve a ocorrência de um dos anos com mais episódios nas categorias de seca e o outro com maior presença na classe próximo ao normal tendendo a úmido.

O ciclo 1993/1994 (Figura 7c e Figura 7d), o primeiro ano (1993) apresentou mais episódios nas categorias secas, principalmente nas regiões do cerrado e pantanal e em 1994 mais eventos nas categorias úmidas nas regiões da Amazônia e de Cerrado, para os dados via estação meteorológica ambos os anos apresentaram dentro da categoria próximo ao normal (Figura 6c e 6d).

No ciclo 1997/1998 (Figura 7e e Figura 7f) iniciou com eventos na categoria próxima ao normal, apresentando uma pequena porção de episódios secos na região do extremo norte do estado localizada no bioma Amazônia e uma porção de episódios secos distribuídos nas regiões nordeste e sudeste mato-grossense abrangendo parte da Amazônia e do Cerrado. O ano de 1998 a maior porção do estado apresentou episódios nas categorias secas (moderadamente seco, muito seco e extremamente seco), com algumas ocorrências nas categorias moderadamente úmido e muito úmido ao sul do estado.

Avaliando o ciclo 1999/2000 (Figura 7g e Figura 7h) iniciou em 1999 com eventos nas classes secas (moderadamente seco, muito seco e

extremamente seco) distribuídas na maior parte do estado, ocorrendo nos três biomas (Amazônia, Cerrado e Pantanal), já o ano de 2000 os episódios secos concentraram-se na região norte do estado abrangendo maior parte da Amazônia e uma pequena porção de eventos úmidos ocorreram nas regiões nordeste e sudeste mato-grossense. O SPI-12 via estação para o mesmo ciclo também apresentou maior ocorrência de eventos secos durante o ano de 1999 (Figura 7g) abrangendo as três categorias secas, e uma menor intensidade em 2000 abrangendo apenas eventos nas categorias moderadamente seca e muito seca.

O ciclo SPI-12 2002/2003 (Figura 7i e Figura 7j) mantiveram o padrão do ciclo 199/2000, iniciando 2002 com episódios nas categorias secas, com ampla distribuição de episódios em todo o estado, em 2003 a maior ocorrência foi na categoria próxima ao normal, com uma pequena porção de episódios secos na região da Amazônia e Cerrado, apresentado também algumas regiões com episódios moderadamente úmido e muito úmido principalmente na região da Amazônia. Já o SPI-12 via estação meteorológica para o mesmo ciclo (Figura 6i e Figura 6j), apresentou comportamento diferente, no primeiro ano (2002) a região norte do estado obteve eventos moderadamente secos e a região mais ao sul episódios próximo ao normal, no ano de 2003 foi categorizado apenas eventos moderadamente secos em todo o estado.

Durante o ciclo 2007/2008 (Figura 7k e Figura 7l) o ano de 2007 apresentou mais episódios nas categorias secas concentradas nas regiões nordeste e sudeste mato-grossense, com pouca ocorrência na região norte mato-grossense, apresentando também episódios moderadamente úmidos e muito úmidos nas regiões norte e sudoeste da Amazônia e do Cerrado. Em 2008 reduziu as ocorrências nas categorias secas apresentando apenas pequenos episódios na região sudoeste e nordeste da Amazônia, e uma maior ocorrência de episódios nas categorias úmidas na região norte mato-grossense da Amazônia e sudeste mato-grossense do Cerrado. Enquanto que, o ciclo 2007/2008 (Figura 6k e Figura 6l) para os dados via estação meteorológica apresentam eventos apenas na categoria próximo ao normal.

Analisando o ciclo 2015/2016 (Figura 7m e Figura 7n) o SPI-12 apresentou uma redução nas áreas de episódios secos, concentrados principalmente nas regiões da Amazônia e Cerrado no ano de 2015. Em 2016 houve uma redução na ocorrência dos episódios secos, concentrados nas regiões norte e sudoeste mato-grossense da Amazônia e sudoeste e sudeste mato-grossense do Cerrado, além da ocorrência de episódios nas categorias úmidas concentrados principalmente na região norte mato-grossense da Amazônia e do Cerrado. O ciclo 2015/2016 via estação meteorológica (Figura 6m e Figura 6n) apresentaram em ambos os anos maior ocorrência de eventos na categoria moderadamente úmida.

A estimativa da precipitação via dados orbitais tem auxiliado nos estudos, agregando riqueza nos estudos com dados via estação meteorológica convencional, pois auxiliam em uma maior distribuição espacial dos resultados uma vez que em algumas regiões ainda apresentam poucas coletas de dados meteorológicos via campo (DUAN et al., 2016; ZAMBRANO-BIGIARINI et al., 2017).

Estudos como o de Shrestha et al. (2017), confirmam que o uso de dados orbitais oriundos de produtos CHIRP e CHILROS podem ser utilizados para estimativa de precipitação e seca na região do Nepal, pois apresentaram resultados próximos de dados coletados a campo via estação meteorológicas convencional.

5. CONCLUSÕES

Há um gradiente na distribuição da chuva do estado de Mato Grosso, influenciada pelos biomas, a distribuição global da chuva no estado apresentou valores de chuva média à cima de 2000 mm. O bioma Amazônia obteve chuvas acumuladas em torno de 1750 mm a 2350 mm, no bioma cerrado 1430 mm a 1800 mm aproximadamente e no bioma pantanal 1217,07 mm.

O Mato Grosso apresentou um comportamento cíclico para o SPI-12, com aproximadamente dez anos de um ciclo ao outro. O SPI-12 com ocorrência inicial de eventos entre as categorias moderadamente úmida e muito úmida, passando por eventos de categoria próximos ao normal, moderadamente seco, muito seco e extremante seco e retomando a categoria moderadamente úmida ao final da série histórica.

Apesar de os dados de estação meteorológica e obtidos via satélite apresentarem alguns anos com diferenças na distribuição das categorias do SPI-12, foi possível observar um padrão cíclico na distribuição dos eventos em ambas as metodologias aplicadas, iniciando o ciclo com maior ocorrência de eventos nas classes úmidas, passando por anos de ocorrência de categorias próximas ao normal, alguns anos nas categorias secas e retornando no final do ciclo com ocorrência de eventos nas categorias úmidas para ambas as metodologias utilizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTÃO, A. C.; LAVEZO, A.; PESSOA, M. J. G.; DALLACORT, R.; CARVALHO, M. A. C. Distribuição temporal e probabilidade de ocorrência de chuva no município de Juína (MT). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 13, p. 258-270, 2013.

BLAIN, G. C. **Avaliação e adaptação do Índice de Severidade de Seca de Palmer (PDSI) e do índice padronizado de precipitação (SPI) às condições climáticas do Estado de São Paulo**. Campinas. Dissertação (mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) - Instituto Agrônomo de Campinas. 2005.

BLAIN, G. C.; BRUNINI, O. Análise da escala temporal de monitoramento das secas agrícolas e meteorológicas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 2, p. 255-261, 2007.

BYUN, H. R.; WILHITE, D. A. Objective quantification of drought severity and duration. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, n. 9, p. 2747-2756, Sept. 1999.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DA GEOINFORMAÇÃO**. São José dos Campos – SP: INPE, 2001.

CANAMARY, E. A.; REIS JÚNIOR, D. S.; MARTINS, E. S. Avaliação dos Índices SOI e SPEI no Monitoramento de Secas no Nordeste Setentrional do Brasil. XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília, 2015.

COSTA, L. V.; GOMES, M. F. M.; LÍRIO, V. S.; BRAGA, M. J. Produtividade agrícola e segurança alimentar dos domicílios das regiões metropolitanas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, 2013.

CUNHA, R. L. A. **Definição de Cenários de Referência para Avaliação dos Impactos das Secas**. Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil. FEUP, 2008.

CONTINI, E.; TALAMINI, D. J. D.; VIEIRA JUNIOR, P. A. Cenário mundial de commodities, frango, soja e milho. Embrapa, 2013. disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/968636/cenario-mundial-de-commodities-frango-soja-e-milho>. Acesso em: 26 de março de 2019.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L., COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011.

DALLACORT, R.; NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M. Variabilidade da Temperatura e das Chuvas de Cáceres/Pantanal Mato-Grossense – Brasil. **Geografia**, Londrina, v. 23, n.1, p. 21-33, 2014.

DAUPHINÉ, A.; PROVITOLLO, D. Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer. **Geographie**. 2 ed. Paris, 2013.

DINIZ A. F.; SANTOS, R. L.; SANTO, S. M. Avaliação dos riscos de seca para o município de Feira de Santana – BA associado à influência do El Niño no Semi-árido do nordeste brasileiro. *Geografia's*, v. 1, n. 1, p. 18-24, 2008.

DUAN, Z.; LIU, J.; TUO, Y.; CHIOGNA, G.; DISSE, M. Evaluation of eight high spatial resolution gridded precipitation products in Adige Basin (Italy) at multiple temporal and spatial scales. **Science of the Total Environment**. V. 537, p. 1536-1553, 2017.

DUBREUIL, V.; FANTE, K. P.; PLANCHON, O.; SANT'ANA NETO, J. L. Climate Change Evidence in Brazil from Koppen's Climate Annual Types Frequency. **International Journal of Climatology**, n. 37, p. 1-11, 2018.

ESTIVALLET, J.; SILVA, L.; SCHEUER, P. R.; ESPÍNDOLA, P. L.; OLIVEIRA, R. **La Niña e El NIÑO: A Influência nas ocorrências tornádicas em Santa Catarina**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, 2009. 158 p.

FARIA, T. F. et al. CLIMA – programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. *Boletim Técnico, IAPAR*, n. 66, 2002.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. O.; CARDOSO, A. S. Índices para a quantificação da seca. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 2009. 48 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão), 2009.

FERREIRA, S. J. F.; LUIZÃO, F. J.; DALLAROSA, R. L. G. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 35, n. 1, p. XX-XX, 2005.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, É.; CREMON, C.; DALLACORT, R. PEREIRA, S. B. **Chuvas intensas no Estado de Mato Grosso**. Documentos Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados, 2010. 117p.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, É.; CREMON, C.; DALLACORT, R. PEREIRA, S. B. **Probabilidade de Ocorrência de Períodos sem Chuva no Estado de Mato Grosso**. Documentos Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados. 2011. 94p.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Rowland, J., Romero, B., Husak, G., Michaelsen, J., Verdin, A., Pedreros, P. A Quasi-Global Precipitation Time Series for Drought Monitoring, 2014. Available online: pubs.usgs.gov/ds/832/ (Access in: 15 Apr. 2018).

GASPAR, L. **Seca no Nordeste**. Biblioteca da Fundação Joaquim Nabuco. Recife, 2009. Disponível em

http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=418&Itemid=1. Acesso em 19.08.2018.

GIBBS, W. J.; MAHER, J. V. Rainfall deciles as drought indicators. Melbourne: Commonwealth of Australia, 1967. 84 p. (Bureau of Meteorology. Bulletin, 48).

GOIS, G. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes regiões do Estado de Minas Gerais**. Viçosa. Tese Doutorado (Meteorologia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. 2005. 116f.

GOIS, G. **Catástrofes Naturais no Estado do Rio de Janeiro Baseado em Dados Climáticos e Produtos Orbitais: Uma Abordagem Estatística**. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais - PPGCAF. 2017.

GOIS, G.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F. Modelos teóricos transitivos aplicados na interpolação espacial do índice de precipitação padronizada (SPI) para episódios de El Niño forte no Estado do Tocantins. **Irriga**. Botucatu, v. 20, n. 2, p. 371-387, 2015.

GRIGOLETTO, J. C.; CABRAL, A. R.; BONFIM, C. V.; ROHLFS, D. B.; SILVA, E. L.; QUEIROZ, F. B.; FRANCISCHETTI, J.; BARBOSA DANIEL, M. H.; RESENDE, R. M. S.; ANDRADE, R. C.; MAGALHÃES, T. B. Gestão das ações do setor saúde em situações de seca e estiagem. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 21, n. 3, 2016.

HAYES, M.; SVOBODA, M.; WALL, N.; WIDHALM. The Lincoln Declaration on Drought Indices: Universal Meteorological Drought Index Recommended. **American Meteorological Society**, Nebraska, v. 4, 2011.

HOFFMAN, E. L. **Enos e a distribuição pluviométrica no sudeste da Amazônia Oriental Paraense**. Alta Floresta. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade e Agroecossistemas Amazônicos) e Faculdade de Ciências Biológicas e Agrárias da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. 2017. 89f.

IBGE, **Divisão do Brasil e Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. Fundação Instituto brasileiro de geografia e estatística. Rio de Janeiro. 1990.

Instituto Mato-Grossense de Economia Agropecuária / IMEA. Agronegócio no Brasil e no Mato Grosso. Disponível em: http://www.imea.com.br/upload/pdf/arquivos/R405_Apresentacao_MT_Portugues.pdf. Acesso em 28 de março de 2019.

Instituto Nacional de Meteorologia / INMET. **Fenômenos Adversos**. Disponível em http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=fenomenos_adversos. Acesso em 21 de Setembro de 2018.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / INPE, 2016. **Possível Ocorrência De El Niño Durante OND-2018**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 2 de agosto de 2018.

KARAVITIS, C. A.; ALEXANDRIS, S.; TSESMELIS, D. E.; ATHANASOPOULOS, G. Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Greece. **Water**, v. 3, p. 787-805, 2011.

KNAPP, K.R., ANSARI, S., BAIN, C.L., BOURASSA, M.A., DICKINSON, M.J., FUNK, C., HELMS, C.N., HENNON, C.C., HOLMES, C.D., HUFFMAN, G.J., et al. Globally gridded satellite observations for climate studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92:893–907, 2011.

LE, A. M.; PRICOPE, N. G. Increasing the Accuracy of Runoff and Streamflow Simulation in the Nzoia Basin, Western Kenya, through the Incorporation of Satellite-Derived CHIRPS Data. *Water*, v. 9, n. 114, 2017.

LYRA, G. B.; CORREIA, T. P.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ZERI, M. Evaluation of methods of spatial interpolation for monthly rainfall data over the state of Rio de Janeiro, Brazil. **Springer-Verlag**, Austria, 2017.

MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. Distribuição Espaço-Temporal e Sazonalidade das Chuvas no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 4, p. 157-167, 2011.

MARCUZZO, F. F. N.; OLIVEIRA, N. L.; CARDOSO, M. R. D. Tendência do número de dias de chuva no estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, Santa Maria. v. 34. N. 2, p. 59-82, 2013.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília: MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2006.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de clima para o Brasil no Século XXI usando os modelos do IPCC-AR4. **Multiciência**, Campinas, 8º ed. 2007.

MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A. S.; MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do Regime Pluviométrico no Arco das Nascentes do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 639-647, 2011.

McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: proceedings of the 8th conference on applied climatology, 15-20, Boston, p. 179-184, 1993.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim, CA. Proceedings. Boston. **Meteorological Society**, 1993. p. 179-184.

MELLART, E.A.R. Small-scale spatial rain distribution: the effect of temporal and spatial rain distribution on drought and crop yield at village level. Nelspruit: Institute for Soil, **Climate and Water**, 1999. 18 p.

MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, R. J.; CARVALHO, M. A. C.; BARBIERI, J. D. Ciclo diário de variáveis meteorológicas nos biomas do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 173-188, 2015.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**. v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011.

NUNES, M. C. M.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NERY, J. T. Comportamento da precipitação pluvial no município de Cáceres Pantanal Mato-Grossense no período de 1971 a 2011. **Científica**, Jaboticabal, v. 44, n. 3, p. 271-278, 2016.

NYS, E.; ENGLE, N. L.; MAGALHÃES, A. R. **Secas no Brasil: política e gestão proativas**. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). Brasília. 2016.

OLIVEIRA, N. L.; MARCUZZO, F. F. .N. BARROS, R. G. Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, Santa Maria. v. 37, n. 4, 2015.

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G. Drought severity based on the SPI index and its relation to the ENSO and PDO climatic variability modes in the regions North and Northwest of the State of Rio de Janeiro – Brazil. **Atmospheric Research**. v. 202, p. 91-105, 2018.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura: FAO. **A Mudança Climática**. 2º ed. 2016.

Organização Mundial de Meteorologia / OMM. OMM prevê ocorrência de El Niño no fim de 2018. Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2018/09/1637232>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas / PBMC. Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2014. 464 pp.

PALMER, W.C. Meteorological Drought. Research Paper, US Weather Bureau, Washington, DC, 45, p. 58. 1965.

PIZZATO, J. A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; MODOLO, A. J.; CREMON, C.; MOREIRA, P. S. P. Distribuição e Probabilidade de Ocorrência e

Precipitação em Cáceres (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 137-142, 2012.

Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAEPB/IICA; SCIENTEC – João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 2011.

QUARANTELLI, E. L. What is a disaster? Perspective on the question. London. pp. 01-7. 1998.

RAMOS, H. C.; DALLACORT, R.; NEVES, S. M. A. S.; DALCHIAVON, F. C.; SANTI, A. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 20, p. 211-233, 2017.

RAMOS, V. M. **Indicadores do Tipo Ambiental em Situações de Seca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente). Faculdade de Engenharia FEUP. 2010, 240p.

ROOY, M. P. van. A rainfall anomaly index independent of time and space. **Notos**, Pretoria, v. 14, p. 43-48, 1965.

Saha, S., Moorthi, S., Pan, H., Wu, X., Wang, J., Nadiga, S., Tripp, P., Kistler, R., Woollen, J., Behringer, D., et al. The NCEP climate forecast system reanalysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1:1–146, 2010.

SHRESTHA, N. K.; QAMER, F. M.; PEDREROS, D.; MURTHY, M. S. R.; WAHID, S. M.; SHRESTA, M. Evaluating the accuracy of Climate Hazard Group (CHG) satellite rainfall estimates for precipitation based drought monitoring in Koshi basin, Nepal. **Journal of Hydrology: Regional Studies**. v. 13, p. 138-151, 2017.

SILVA, B. C. O.; SOARES, A. M. J.; NÓBREGA, R. S. OS PARADIGMAS DA SECA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: das políticas de combate à concepção de convivência com o fenômeno. I Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. CONIDIS. Campina Grande, 2016.

SMITH, M. The application of climatic data for planning and management of sustainable rainfed and irrigated crop production. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 103, p. 99-108, 2000.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; COIS, G.; PEREIRA-JÚNIOR, E. R., Spatial variability of SPI and RDIst drought indices applied to intense episodes of drought occurred in Rio de Janeiro State, Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 1, n. 21, 2018.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C. C.; ALMEIDA, F. T.; PAULINO, J. Classificação Climática e Balanço Hídrico Climatológico no estado de Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SOUZA, A. P. et al. Influência do ENOS nas chuvas anuais da região amazônica do Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 6, n. 1, p. 39-46, 2018.

TEODORO, P. E.; DELGADO, R. C.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; TAYT'SOHN, T. Incoming Longwave Radiation Evaluation for the Legal Amazon Using HadRM3 and Geostatistic Theoretical Models. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 2, 2018.

TOSTES, J. O. ; LYRA, G. B. ; OLIVEIRA- JÚNIOR, J. F. ; FRANCELINO, M. R. . Assessment of gridded precipitation and air temperature products for the State of Acre, southwestern Amazonia, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 76, p. 153-171, 2017.

TOTÉ, C.; PATRICIO, D.; BOOGAARD, H.; WIJNGAART, R.; TARNAVSKY, E.; FUNK, C. Evaluation of Satellite Rainfall Estimates for Drought and Flood Monitoring in Mozambique. **Remote Sensing**. v. 7, p. 1758-1776, 2015.

Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., López-Moreno, J. I. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. **J. Climate**, v. 23, p. 1696–1718, 2009.

WILLEKE, G. et al. The National Drought Atlas. Institute for Water Resources Report 94-NDS-4. **Army Corps of Engineers**, Estados Unidos, 1994.

ZAMBRANO-BRIGIARINI, M.; NAUDITT, A.; BIRKEL, C.; VERBIST, K.; RIBBE, L. Temporal and spatial evaluation of satellite-based rainfall estimates across the complex topographical and climatic gradients of Chile. **Hydrology and Earth System Sciences**. v. 21, p. 1295-1320, 2017.

ZHANG, Y.; PENG, C.; LI, W.; FANG, X.; ZHANG, T.; ZHU, Q.; CHEN, H.; ZHAO P. Monitoring and estimating drought-induced impacts on forest structure, growth, function, and ecosystem services using remote-sensing data: recent progress and future challenges. **Environmental Reviews**, Canadá, v. 21, n. 2, p. 103-115, 2013.